



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TRABAJO DE GRADO

PROPUESTA DE PLAN DE AHORRO DEL CONSUMO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PARA OPTAR EL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
GONZÁLEZ GUEVARA, LUIS MAGNO MIGUEL
MARTÍNEZ CORDOVA, JOSÉ LUIS
MARTÍNEZ MOLINA, NELSON MAURICIO
PIMENTEL HERNÁNDEZ, LEONEL ANTONIO

DOCENTE DIRECTOR
ING. RAÚL ANTONIO ZAVALETA ALVARADO

AGOSTO, 2016
SANTA ANA EL SALVADOR CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES

LICDO. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN
RECTOR INTERINO

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
VICE-RECTOR ACADEMICO INTERINO

ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA
SECRETARÍA GENERAL

MdH. CLAUDIA MARÍA MELGAR DE ZAMBRANA
DEFENSORÍA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDA. NORA BEATRIZ MELÉNDEZ
FISCAL GENERAL INTERINA

AUTORIDADES

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

**ING. JORGE WILLIAM ORTÍZ SÁNCHEZ
DECANO INTERINO:**

**LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA
VECE-DECANO INTERINO**

**LICDO. DAVID ALFONSO MATA ALDANA
SECRETARIO INTERINO**

**ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO
JEFE INTERINO, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

TRIBUNAL CALIFICADOR INTEGRADO POR:

**ING. RAÚL ANTONIO ZAVALA ALVARADO
DOCENTE DIRECTOR**

**ING. SALVADOR ELISEO MELENDEZ
COMITE CALIFICADOR**

**ING. EDUARDO ANTONIO MARROQUIN ESCOTO
COMITE CALIFICADOR**

Agradecimientos:

Primeramente agradecerle a Dios por brindarme su bendición, por proveerme sabiduría y por guiarme los pasos para poder culminar mis objetivos y metas que han sido muy importantes en mi vida.

En segundo lugar agradecer a mi padre Luis Armando González por su apoyo incondicional, por sus consejos, por sus palabras de anhelo, quien ha estado conmigo cuando más lo he necesitado, él ha sido mi mejor amigo mi ejemplo a seguir. Agradezco a mi madre Reina Guevara por apoyarme en todo momento, a mis hermanos Erick y Omar quienes me dan las fuerzas para seguir adelante y a mi familia en general quienes me han dado su apoyo incondicional.

Agradezco a mis amigos y compañeros Luis Martínez, Nelson Martínez, Leonel Pimentel y Luis Mayorga con los cuales se logró terminar este trabajo de graduación, y juntos terminamos un largo camino lleno de tropiezos y aventuras, pero al final logramos culminar con la frente en alto.

Agradecer de igual forma a los docentes que aportaron sus conocimientos académicos y fueron parte de mi formación profesional.

Luis Magno Miguel González Guevara

Agradecimientos:

La vida está hecha de cada uno de esos ciclos que tienen su inicio mediante las decisiones que continuamente vamos tomando, pero que en un momento dado deben llegar a su fin, dejándonos un cúmulo de conocimientos, experiencias y satisfacciones, donde estas son sustentadas en base al esfuerzo propio, las personas que nos rodean y la misericordia de nuestro Creador.

Doy gracias a Dios quien me ha proporcionado siempre su ayuda quitando del camino todo tropiezo, guardándome del mal y dándome las herramientas necesarias para poder emprender en esta carrera.

Agradezco a mi padre José Luis Martínez a quien personalmente dedico este trabajo de grado, quien es mi ejemplo a seguir en fortaleza y como padre amoroso que ha sido para mí, así como a mi madre Dora Alicia Córdova de Martínez quien es mi sostén en todo tiempo, a mi hermana María Alicia Martínez Córdova por apoyarme siempre.

Le doy las gracias a la madre de mi hija Ariadna Celeste, Brizeida Ramos por su incondicional apoyo en cada una de sus palabras que me alentaron a seguir siempre adelante, llenándome de fortaleza en cada paso en el que ella me acompañó e incentivo a dar.

Así también agradezco a mis compañeros y amigos Nelson “Chiri” Molina, Leonel “La Vieja” Pimentel, Magno González y Luis “Piccolo” Mayorga quienes en esta prueba me brindaron su total ayuda aun cuando mis fuerzas decayeron y algunas veces les falle, además con quienes compartí buenos momentos como la noche en la que juntos coreamos las canciones de Los Tigres del Norte. Como parte de mis amigos menciono a Ronald Stancy Hernández, Adolfo Antonio Martínez y Marlin “Viejo Tieso” Rivera por su total respaldo. Agradezco a cada uno de los docentes que participaron en mi formación académica y nuestro asesor Ing. Raúl Antonio Zavaleta.

José Luis Martínez Córdova

Agradecimientos:

He llegado al final de un ciclo de mi vida, la culminación de una carrera académica y es momento para reflexionar y agradecer. Ha sido una historia llena de momentos buenos y malos, felices y angustiosos, exitosos y dolorosos, geniales y miserables; en fin, llena de tantos sentimientos opuestos que la hacen una historia bonita y fea de recordar. Al final es lo que me queda; un recuerdo de todos esos momentos y personas que integran una etapa fundamental de mi vida.

Por eso el agradecimiento principal es para la vida, que me brinda unos padres tan grandiosos, que se han castigado por que sus hijos se llenen de éxitos; y que son la energía que me impulsan y me llenan de coraje para superar tantas dificultades; por eso y mucho más **GRACIAS María Elena Molina y Carlos Alfredo Martínez**, que han sido fundamentales siempre.

Agradezco también a mis hermanas **Brenda y Yaneth** que siempre me han llenado confianza, al Ing. **Raúl Zavaleta** por su asesoría y paciencia, a los docentes que influyeron en mi formación académica, a mis amigos **Tiburón, Termita y Ardilla** que formaron parte de esta aventura, a **Chacón, Susy y Rana** que me brindaron su apoyo, a **Freddy, Pollo y Fibra** que son los hermanos que nunca tuve, y por último a mis amigos y compañeros de trabajo de grado **Leonel Pimentel, Luis Magno, Luis Mario y Luis Mayorga** con quienes pase dos años y medio de mi vida entre peleas, diferencias, acuerdos y trabajo. **GRACIAS A TODOS.**

Lo último que tengo para manifestar, es que este final representa un nuevo comienzo, con nuevos retos profesionales, donde sé que siempre tendré el apoyo de las personas a quienes hoy agradezco, por eso viajo en el futuro y les doy **GRACIAS** por adelantado.

Nelson Mauricio Martínez Molina

Agradecimientos:

Sobre todas las cosas, agradezco a Dios por la bendición y fortaleza brindada en los momentos de debilidad y angustia, por guiarme y acompañarme en esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, Leonel Antonio Pimentel Arévalo y Martha Cecilia Hernández, que a través de sacrificio y apoyo incondicional por parte de ellos he logrado salir adelante en esta difícil travesía, agradecer a ellos por cada consejo, por cada palabra de aliento en momentos difíciles y por su comprensión brindada en el transcurso de toda mi vida.

A mi hermana Wendi Stefanie Pimentel Hernández y familia que a través de aprecio y amor alentaron y creyeron en que podía lograr esta meta.

A mi docente asesor Raúl Antonio Zavaleta Alvarado, por su tolerancia, paciencia y constante apoyo durante el inicio y finalización de este trabajo de grado.

A mi grupo de trabajo de grado, Luis Magno Miguel González Guevara, José Luis Córdova Martínez y Nelson Mauricio Martínez Molina que pese a momentos de diferencias e incertidumbres logro prevalecer el acuerdo, la confianza y la lealtad que en conjunto ayudaron a superar con éxito esta difícil prueba.

A mis docentes que durante toda mi carrera profesional aportaron a través de sus conocimientos compartidos un granito de arena a mi formación.

A mis compañeros y amigos que han formado parte de mi vida, agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimos y compañía en momentos difíciles gracias por compartir momentos de alegría y tristeza a lo largo de la carrera... y Danza Kuduro babys.

Leonel Antonio Pimentel Hernández

CONTENIDO

Índice de Figuras	xviii
Índice de Gráficos	xxi
Índice de Planos.....	xxii
Índice de Tablas.....	xxiii
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL ESTUDIO	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Historia de la Universidad de El Salvador	1
1.1.2. Origen y fundación del Centro Universitario de Occidente	2
1.2. Planteamiento del problema	5
1.3. Hipótesis.....	10
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos	10
1.5. Justificación.....	11
1.6. Limitaciones	14
1.7. Metodología y diseño de la investigación	15
1.7.1. Operacionalización de la hipótesis.....	15
1.7.2. Tipo de estudio	19
1.7.3. Definición de sujetos de investigación	20
1.7.4. Universo y muestra	21
1.7.5. Diseño del procedimiento de obtención de datos.....	25
1.7.6. Técnicas, herramientas e instrumentos de investigación	27
1.8. Referencias de capítulo 1	30
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	31
2.1. Introducción	31
2.2. Cadena de suministro de la energía eléctrica.....	32
2.2.1. Definición de energía eléctrica	32
2.2.2. Etapa de generación de electricidad.....	34
2.2.2.1. Generación de energía eléctrica por medios mecánicos.....	35
2.2.2.2. Generación de energía eléctrica por recursos no renovable	37
2.2.2.3. Generación de energía eléctrica por recursos renovables.....	38
2.2.2.4. Generación de electricidad por medios Fotovoltaicos.....	39
2.2.3. Etapa de elevación de tensión	40
2.2.4. Etapa de transporte de energía	42
2.2.5. Etapa de transformación de tensión	43
2.2.5.1. Conexión Delta-Y	44

2.2.5.2. Conexión Y-Y	46
2.2.5.3. Potencia de transformadores	48
2.2.6. Etapa de servicio al usuario	49
2.2.6.1. Carga de usuarios	50
2.2.6.2. Factor de Potencia	55
2.2.6.3. Modo de facturación del servicio de electricidad	57
2.3. Ahorro de energía eléctrica	66
2.3.1. Optimización de la Cultura Energética	66
2.3.2. Optimización de los Procesos Administrativos	69
2.3.3. Optimización de las Instalaciones Eléctricas, Electrónicas y Estructurales	71
2.3.3.1. Optimización del sistema de iluminación	72
2.3.3.2. Optimización del sistema de ofimática	79
2.3.3.3. Optimización del sistema de climatización	81
2.3.4. Optimización de la Tarifa Eléctrica	89
2.4. Marco Legal	97
2.4.1. Procedimiento para la aprobación por medio de un plan de compras	99
2.4.2. Procedimiento para la aprobación de un préstamo bancario	100
2.4.3. Procedimiento para la aprobación por medio de donaciones	101
2.4.4. Procedimiento para la aprobación de su autofinanciamiento	102
2.5. Evaluación Financiera	104
2.5.1. Método del Valor Presente Neto (VPN)	107
2.5.2. Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	108
2.5.3. Método de la relación Beneficio Costo	109
2.5.4. Método del Tiempo de Recuperación de la Inversión.	110
2.6. Referencias de capítulo 2	112
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO ACTUAL, EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	114
3.1. DIAGNÓSTICO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LA UES-FMOcc A TRAVÉS DE MEDICIÓN DIRECTA.....	115
3.1.1. Descripción del consumo eléctrico en la UES-FMOcc.....	119
3.1.1.1. Suministro 1 “Cliente en pequeña demanda, baja tensión de uso general”	120
3.1.1.2. Suministro 2 “Cliente en gran demanda, media tensión con medidor horario”	121
3.1.1.3. Características del consumo de eléctrico.....	128
3.1.2. Presentación de datos de consumo eléctrico en la UES-FMOcc	129
3.1.2.1. Consumo de energía eléctrica en aulas	129
3.1.2.2. Consumo de energía eléctrica en unidades administrativas, talleres y clínica	135
3.1.2.3. Consumo de energía eléctrica en Áreas Comunes	140
3.1.2.4. Consumo de energía eléctrica en Edificios	143

3.1.3. Análisis de datos de consumo eléctrico en la UES-FMOcc.....	145
3.2. DIAGNÓSTICO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LA UES-FMOcc A TRAVÉS DE MEDICIÓN INDIRECTA	148
3.2.1. DIAGNÓSTICO DE LA TARIFA ELÉCTRICA EN LA UES-FMOcc.....	149
3.2.1.1.Descripción de la tarifa eléctrica.....	149
3.2.1.1.1. Descripción de la tarifa del servicio eléctrico 1	149
3.2.1.1.2. Descripción de la tarifa del servicio eléctrico 2.....	150
3.2.1.2.Presentación de datos sobre la tarifa eléctrica.....	151
3.2.1.2.1. Presentación de datos del servicio eléctrico 1.....	151
3.2.1.2.2. Presentación de datos del servicio eléctrico 2.....	154
3.2.1.3.Análisis de la tarifa eléctrica.....	164
3.2.1.3.1. Proyecciones de factura eléctrica del servicio eléctrico 1.....	165
3.2.1.3.2. Proyecciones de factura eléctrica del servicio eléctrico 2.....	172
3.2.1.3.3. Oportunidades de disminuir la factura eléctrica	196
3.2.2. DIAGNÓSTICO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS-ELECTRÓNICAS Y ESTRUCTURALES	198
3.2.2.1.DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA UES-FMOcc	200
3.2.2.1.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERNA.....	201
3.2.2.1.1.1. Descripción de sistema de iluminación interna	201
3.2.2.1.1.2. Presentación de datos del sistema de iluminación interna.....	203
3.2.2.1.1.2.1. Consumo por iluminación en edificio Biología y Oficinas Administrativas ..	207
3.2.2.1.1.2.2. Consumo por iluminación en el edificio de Economía.....	216
3.2.2.1.1.2.3. Consumo por iluminación en Clínica de Odontología, Aula 2 y 3.	226
3.2.2.1.1.2.4. Consumo por iluminación en el edificio de Ciencias Jurídicas	232
3.2.2.1.1.2.5. Consumo por iluminación en el edificio de Aulas N	239
3.2.2.1.1.2.6. Consumo por iluminación en el edificio de Carreras Múltiples	245
3.2.2.1.1.2.7. Consumo por iluminación en el edificio de Medicina	263
3.2.2.1.1.2.8. Consumo por iluminación en el edificio Bunker	273
3.2.2.1.1.2.9. Consumo por iluminación en Aulas Externas, Unidad de Post Grado, AGEFMO, ASEPS y Deportes.....	281
3.2.2.1.1.2.10. Consumo por iluminación en el edificio Instituto de Agua, talleres y cafetines	290
3.2.2.1.1.3. Análisis de datos del sistema de iluminación interna	299
3.2.2.1.1.3.1. Problemas de iluminación interna en edificio de Biología	306
3.2.2.1.1.3.2. Problemas de iluminación interna en edificio de Oficinas Administrativas ...	309
3.2.2.1.1.3.3. Problemas de iluminación interna en edificio Economía.....	312
3.2.2.1.1.3.4. Problemas de iluminación interna en aulas del edificio “N”	317
3.2.2.1.1.3.5. Problemas de iluminación interna en edificio de Ciencias Jurídicas	319

3.2.2.1.1.3.6. Problemas encontrados Edificio de Carreras Múltiples	321
3.2.2.1.1.3.7. Problemas encontrados Edificio de Medicina.....	321
3.2.2.1.1.3.8. Problemas de iluminación interna en Aulas 2 y 3.....	326
3.2.2.1.1.3.9. Problemas de iluminación interna en aulas 6, 7, 8, 9, M3 y Deportes	327
3.2.2.1.1.3.10. Problemas de iluminación interna en aulas 4, 5, 11, 12 y Baños	328
3.2.2.1.1.3.11. Problemas encontrados en Instituto del agua.	328
3.2.2.1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERNA DE LA UES-FMOcc	329
3.2.2.1.2.1. Descripción de sistema de iluminación externa	330
3.2.2.1.2.2. Presentación de datos del Sistema de Iluminación Externa.....	331
3.2.2.1.2.2.1. Horario de uso del Sistema de Iluminación Externa.....	331
3.2.2.1.2.2.2. Consumo de energía del Sistema de Iluminación Externa.....	332
3.2.2.1.2.3. Análisis de sistema de iluminación externa.....	335
3.2.2.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE OFIMÁTICA DE LA UES-FMOcc.....	337
3.2.2.2.1. Descripción del Sistema de Ofimática	338
3.2.2.2.2. Presentación de datos de Sistema de Ofimática.....	339
3.2.2.2.2.1. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Biología	340
3.2.2.2.2.2. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Economía.....	341
3.2.2.2.2.3. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Oficinas Administrativas	343
3.2.2.2.2.4. Consumo eléctrico por ofimática en AGEFMO	344
3.2.2.2.2.5. Consumo eléctrico por ofimática en Clínica Extramural	344
3.2.2.2.2.6. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Ciencias Jurídicas	344
3.2.2.2.2.7. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Carreras Múltiples	345
3.2.2.2.2.8. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Medicina.....	347
3.2.2.2.2.9. Consumo eléctrico por ofimática en edificio N.....	348
3.2.2.2.2.10. Consumo eléctrico por ofimática en Taller Industrial	349
3.2.2.2.2.11. Consumo eléctrico por ofimática en Taller Mantenimiento	349
3.2.2.2.2.12. Consumo eléctrico por ofimática en edificio Instituto de Agua	350
3.2.2.2.2.13. Consumo eléctrico por ofimática en Cafetines.....	350
3.2.2.2.3. Análisis del Sistema de Ofimática	351
3.2.2.2.3.1. Problema de consumo fantasma	351
3.2.2.2.3.2. Problemas en compra de equipo sin etiquetado energético	353
3.2.2.2.3.3. Problemas de equipo ofimático encendido y sin uso.....	354
3.2.2.2.3.4. Problema en equipo práctico-didáctico	354
3.2.2.3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	355
3.2.2.3.1. Descripción del sistema de climatización	356
3.2.2.3.1.1. Características del equipo de aire acondicionado instalado	357

3.2.2.3.1.2. Características de temperatura climatológica en la locación del edificio y características de temperatura de operación del edificio	359
3.2.2.3.1.3. Características de transmitancia térmica en la envolvente de edificios	360
3.2.2.3.2. Presentación de datos del sistema de climatización	365
3.2.2.3.2.1. Demanda térmica en edificios climatizadas	366
3.2.2.3.2.2. Oferta térmica del sistema de climatización	385
3.2.2.3.2.3. Horario de uso actual del sistema de climatización	386
3.2.2.3.2.4. Consumo de energía eléctrica del Sistema de Climatización	388
3.2.2.3.3. Análisis del sistema de climatización	390
3.2.2.3.3.1. Problemas del Sistema de Climatización en demanda térmica	390
3.2.2.3.3.2. Problemas del Sistemas de Climatización en oferta térmica	394
3.2.2.3.3.3. Problemas en la forma de uso del sistema de climatización	396
3.2.2.3.3.4. Otras oportunidades de mejora en el sistema de climatización	399
3.2.3. DIAGNÓSTICO DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS EN LA UES-FMOcc.	402
3.2.3.1. Descripción de Procesos Administrativos	402
3.2.3.2. Presentación de datos de Procesos Administrativos	403
3.2.3.2.1. Uso del servicio de Biblioteca	403
3.2.3.2.2. Uso del servicio de Hemeroteca	407
3.2.3.2.3. Prontas intervenciones de Mantenimiento	411
3.2.3.3. Análisis de datos de Procesos Administrativos	412
3.2.3.3.1. Problema sobre el uso de Biblioteca y Hemeroteca	412
3.2.3.3.2. Prontas intervenciones de Mantenimiento	413
3.2.3.3.3. Uso del servicio de aulas	414
3.2.4. DIAGNÓSTICO DE CULTURA ENERGÉTICA EN LA UES-FMOcc	416
3.2.4.1. Descripción de Cultura Energética	416
3.2.4.2. Presentación de datos sobre Cultura Energética	420
3.2.4.2.1. Cultura Energética en el sector estudiantil	420
3.2.4.2.2. Cultura Energética en sector laboral	435
3.2.4.3. Análisis de Cultura Energética	453
3.3. Conclusiones: Diagnóstico del consumo eléctrico actual	463
3.4. Referencias de capítulo 3	474
CAPÍTULO 4: PLAN DE AHORRO DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	475
4.1. Objetivos del Plan de ahorro del consumo eléctrico	476
4.1.1. Objetivo General	476
4.1.2. Objetivos Específicos	476
4.2. Justificación del plan de ahorro del consumo eléctrico	477
4.3. Planteamiento de estrategias del plan de ahorro del consumo eléctrico	478

4.3.1. Estrategia de ahorro 1: Disminución de Potencia Eléctrica	481
4.3.2. Estrategia de ahorro 2: Disminución del tiempo de uso en el equipo instalado.....	482
4.3.3. Estrategia de ahorro 3: Disminución de otros cobros tarifarios	483
4.4. Líneas de acción del plan de ahorro del consumo eléctrico	484
4.4.1. Línea de acción 1: Administración de la Tarifa Eléctrica.....	485
4.4.2. Línea de acción 2: Administración de las instalaciones Eléctricas y estructurales	488
4.4.3. Línea de acción 3: Administración de Procesos Administrativos.....	491
4.4.4. Línea de acción 4: Administración de Cultura Energética.....	494
4.5. Acciones correctivas del plan de ahorro de energía eléctrica.....	497
4.5.1. Acciones correctivas par el corto plazo.....	499
4.5.2. Acciones correctivas para el mediano plazo	583
4.5.3. Acciones correctivas a largo plazo.....	632
4.6. Programa para el plan de ahorro del consumo eléctrico.....	648
4.6.1. Programación de acciones correctivas para el Corto Plazo	649
4.6.2. Programación de acciones correctivas para el mediano plazo	667
4.6.3. Programación de acciones correctivas para el Largo Plazo	680
4.7. Estimación de ahorro de energía eléctrica.....	686
4.7.1. Estimación de ahorro de energía eléctrica en el corto plazo.....	687
4.7.1.1. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas y Estructurales en el mediano plazo	687
4.7.1.1.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación.....	687
4.7.1.1.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-01-CP, ILU-02-CP, ILU-03-CP.....	688
4.7.1.1.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-04-CP	696
4.7.1.1.1.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-06-CP	699
4.7.1.1.1.4. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP, ILU-10-CP.....	702
4.7.1.1.2. Estimación de ahorro de Sistema de Equipo de Ofimática	705
4.7.1.1.2.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-01-CP	705
4.7.1.1.2.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-02-CP	708
4.7.1.1.2.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-03-CP, EQ-04-CP	711
4.7.1.1.3. Estimación de ahorro de Sistema de Climatización.....	713
4.7.1.1.3.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-01-CP.....	714
4.7.1.1.3.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-02-CP, CLIM-04-CP	718
4.7.1.1.3.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-03-CP.....	723
4.7.1.1.3.4. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-05-CP.....	727
4.7.2. Estimación de ahorro de energía eléctrica en el mediano plazo	731

4.7.2.1. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas y Estructurales en el mediano plazo	732
4.7.2.1.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación	732
4.7.2.1.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-01-MP	732
4.7.2.1.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CON-01-MP	735
4.7.2.1.2. Estimación de ahorro de Sistema de Climatización	738
4.7.2.1.2.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-01-MP	738
4.7.2.1.2.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-02-MP	741
4.7.2.2. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Procesos Administrativos en el mediano plazo.....	745
4.7.2.2.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación	745
4.7.2.2.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: PILU-01-MP	745
4.7.2.2.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: PCLIM-01-MP....	747
4.7.2.2.1.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: PCLIM-02-MP....	748
4.7.2.3. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Cultura Eléctrica en el mediano plazo	753
4.7.2.3.1. Estimación de ahorro de Sistema de Cultura	753
4.7.2.3.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CULT-01-MP, CULT-02-MP	754
4.7.3. Estimación de ahorro de energía eléctrica en el largo plazo	755
4.7.3.1. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas y Estructurales en el largo plazo	756
4.7.3.1.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación	756
4.7.3.1.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-01-LP	756
4.7.3.1.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-01-LP.....	759
4.7.3.1.1.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-01-LP	762
4.7.3.2. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de la Tarifa Eléctrica en el largo plazo	766
4.7.3.2.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación y Equipo	767
4.7.3.2.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: TAR-01-LP.....	767
4.7.3.2.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: TAR-02-LP.....	768
4.8. Programación de ahorros de energía eléctrica	770
4.8.1. Programación del ahorro de energía eléctrica en el corto plazo	772
4.8.2. Programación del ahorro de energía eléctrica en el medio plazo.....	774
4.8.3. Programación del ahorro de energía eléctrica en el largo plazo	775
4.9. Conclusiones de propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica.....	778
4.9.1. Resultados finales de ahorro para el periodo de corto plazo.....	779
4.9.2. Resultados finales de ahorro para el periodo de mediano plazo	781
4.9.3. Resultados finales de ahorro para el periodo de largo plazo.....	783

4.9.4. Conclusión final de estimación de resultados de la propuesta plan de ahorro	786
4.10. Referencias de capítulo 4	789
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PLAN DE AHORRO DE CONSUMO ELECTRICO.	790
5.1. Introducción.	790
5.2. Objetivos	791
5.2.1. General	791
5.2.2. Específicos.....	791
5.3. Evaluación Económica del plan de ahorro de consumo eléctrico.....	792
5.3.1. Egresos por inversión para la implementación del plan.....	792
5.3.1.1.Presupuesto de materiales.	793
5.3.1.2.Presupuesto de mano de obra.....	801
5.3.1.3.Presupuesto de capacitaciones y proyecto de cultura energética.	802
5.3.1.4.Presupuesto de papelería y otros insumos	803
5.3.1.5 Egresos totales por inversión.	803
5.3.2. Ingresos por Ahorro de Energía Eléctrica.....	804
5.3.2. Punto de Equilibrio.....	809
5.4. Evaluación financiera del plan de ahorro del consumo eléctrico	811
5.4.1. Alternativa 1: Financiamiento UES-FMOcc	812
5.4.1.1.Flujos de caja para la Alternativa 1	813
5.4.1.2. Valor Presente Neto para la alternativa 1	814
5.4.1.3. Tasa Interna de Retorno para la alternativa 1	816
5.4.1.4. Periodo de Recuperación de la Inversión para la alternativa 1	817
5.4.1.5. Beneficio/Costo para la alternativa 1	819
5.4.2. Alternativa 2: Inversión inicial y Autofinanciamiento.....	821
5.4.2.1. Flujos de caja para la Alternativa 2	822
5.4.2.2. Valor Presente Neto para la alternativa 2	824
5.4.2.3. Tasa Interna de Retorno para la alternativa 2	825
5.4.2.4. Periodo de Recuperación de la Inversión para la alternativa 2.....	826
5.4.2.5. Beneficio/Costo para la alternativa 2	827
5.4.3. Alternativa 3: Financiamiento con deuda y Autofinanciamiento.....	828
5.4.3.1. Flujos de caja para la Alternativa 3	829
5.4.3.2. Valor Presente Neto para la Alternativa 3	832
5.4.3.3. Tasa Interna de Retorno para la alternativa 3	833
5.4.3.4. Periodo de Recuperación de la Inversión para la alternativa 3.....	834
5.4.3.5. Beneficio/Costo para la alternativa 3	835
5.5. Conclusiones estudio económico y financiero	837

5.6. Referencias de capítulo 5	839
ANEXOS	840
APÉNDICES	851
RECOMENDACIONES	863

Índice de Figuras

Figura 1.1. Cuadro de operacionalización de la hipótesis del problema.....	18
Figura 1.2. Instalaciones estructurales (edificios) bajo investigación.	22
Figura 1.3. Herramientas para la investigación de consumo eléctrico en la Cultura Energética	28
Figura 1.4. Herramientas para la investigación de consumo eléctrico en las instalaciones eléctricas	28
Figura 1.5. Herramientas para la investigación de consumo eléctrico los procesos administrativos.....	28
Figura 1.6. Herramientas para la investigación del consumo en las instalaciones estructurales	29
Figura 2.7. Pasos de la generación y distribución eléctrica	32
Figura 2.8. Gráfica de corriente continua y corriente alterna.	33
Figura 2.9. Imán fijo no induce una corriente en una bobina.	35
Figura 2.10. Imán en movimiento induciendo corriente a una bobina.	36
Figura 2.11. Bobina en movimiento induciendo corriente a otra bobina.....	36
Figura 2.12. Formula de proporción entre voltaje y número de espiras entre primario y secundario.....	41
Figura 2.13. Formula de proporción entre primario y secundario en relación a transformación.....	41
Figura 2.14. Símbolo de transformador.....	41
Figura 2.15. Relación de potencias entre primario y secundario	42
Figura 2.16. Transformador monofásico.	44
Figura 2.17. Esquema de conexión de transformadores monofásicos Delta-Y	45
Figura 2.18. Conexión de transformadores monofásicos Delta-Y.....	45
Figura 2.19. Esquema de conexión de transformadores monofásicos Delta-Y	46
Figura 2.20. Conexión de transformadores monofásicos Delta-Y.....	46
Figura 2.21. Sistema trifilar monofásico	47
Figura 2.22. Sistema Trifásico 4 hilos salida Estrella.....	48
Figura 2.23. Sistema Trifásico 4 hilos salida Delta	48
Figura 2.24. Configuraciones de circuitos. a) Circuito en serie. b) Circuito en paralelo.....	51
Figura 2.25. Comportamiento de corriente y voltaje en carga resistiva	52
Figura 2.26. Comportamiento de corriente y voltaje en carga capacitiva.....	53
Figura 2.27. Comportamiento de corriente y voltaje en carga inductiva	54
Figura 2.28. Costos y consumos mensuales	59
Figura 2.29. Pagos por recargas e impuestos.....	60
Figura 2.30. Facturación de tarifa general	62
Figura 2.31. Costos adicionales a la facturación general.....	64
Figura 2.32. Elementos que regulan la entrada de rayos solares, toldos fijos de terraza y persianas.	74
Figura 2.33. Clasificación de los sistemas de climatización según origen y destino de la energía.....	83
Figura 2.34. Definición de la envolvente térmica de un edificio	86
Figura 2.35. Componentes de la tarifa eléctrica pagados por la UES-FMOcc.....	94
Figura 3.36. Ubicación de los medidores de energía en la UES-FMOcc.	119
Figura 3.37. Descripción de servicio eléctrico 1.	120
Figura 3.38. Descripción del servicio eléctrico 2.	121
Figura 3.39. Transformador de potencia número 2	122
Figura 3.40. Banco de transformadores de potencia número 1.....	123
Figura 3.41. Transformador de potencia número 3.	124
Figura 3.42. Transformador de potencia número 4.	125
Figura 3.43. Banco de transformadores de potencia número 2.....	126
Figura 3.44. Banco de transformadores de potencia número 3.....	126
Figura 3.45. Transformador de potencia número 5.	127
Figura 3.46. Tipos de focos y tubos de luminarias.	202
Figura 3.47. Descripción de tablas de carga instalada por iluminación en los edificios.....	204
Figura 3.48. Descripción de tabla de consumo por iluminación de áreas.....	205
Figura 3.49. Descripción de planos de circuitos de iluminación en edificios.....	207

Figura 3.50. Problema de sectorización de circuitos de luminarias en cubículos.....	300
Figura 3.51. Problemas distribución de alumnos en aulas.....	301
Figura 3.52. Problema de sectorización de circuitos de luminarias en Aulas.....	302
Figura 3.53. Problemas de iluminación natural.....	305
Figura 3.54. Problema de ubicación de luminarias.....	305
Figura 3.55. Problema de ubicación: luminaria en departamento de Biología sobre pared divisoria.....	307
Figura 3.56. Problema iluminación natural: ventanas pintadas en laboratorios 1 y 2 de Biología.....	308
Figura 3.57. Problema iluminación natural: densa vegetación cerca de los laboratorios de Biología.....	308
Figura 3.58. Problema de ubicación: Luminarias en Admón. Académica sobre paredes divisorias.....	310
Figura 3.59. Problemas de ubicación: Luminarias en el depto. de Letras sobre paredes divisorias.....	310
Figura 3.60. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en Admón. Académica.....	311
Figura 3.61. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en departamento de Letras.....	311
Figura 3.62. Problemas de ubicación: Luminarias en departamento de Física sobre pared divisoria.....	314
Figura 3.63. Problema de ubicación: Luminarias entre cubículos 4 y 5 de Física sobre pared divisoria.....	314
Figura 3.64. Problema de ubicación: Luminarias en el depto. de Química sobre pared divisoria.....	315
Figura 3.65. Problemas de ubicación: Luminarias en depto. Ciencias Económicas sobre pared divisoria.....	315
Figura 3.66. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en cubículos 6 y 8, depto. de Química.....	316
Figura 3.67. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en departamento de Ciencias Económicas.....	316
Figura 3.68. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en primer nivel de Ciencia Jurídicas.....	320
Figura 3.69. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en segundo nivel de Ciencias Jurídicas.....	321
Figura 3.70. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en Biblioteca Universitaria.....	321
Figura 3.71. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en el departamento de Idiomas.....	321
Figura 3.72. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en departamento de Ingeniería.....	321
Figura 3.73. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en departamento de Sociales.....	321
Figura 3.74. Problema iluminación natural: Corredor de Medicina segundo nivel sin ventanas.....	325
Figura 3.75. Problema iluminación natural: Tragaluces sucios en segundo nivel edificio de medicina.....	326
Figura 3.76. Problema iluminación externa: Ramas de árboles obstruyen lámparas cerca de la fuente.....	335
Figura 3.77. Problema iluminación externa: Poste sub-utilizado entre el aula 3 y colecturía.....	335
Figura 3.78. Problema iluminación externa: Ubicación inapropiada de luminarias en aula 8.....	336
Figura 3.79. Problema iluminación externa: Ubicación inapropiada de luminaria en Gimnasio.....	337
Figura 3.80. Descripción de tablas de consumo eléctrico por equipo de oficina.....	339
Figura 3.81. Tipo de equipo de oficina asignado en la FMOcc.....	353
Figura 3.82. Problema equipo ofimático: Cámara refrigerante sub-utilizada.....	355
Figura 3.83. Problema equipo ofimático: Refrigerador mal ubicado en laboratorio de Química.....	355
Figura 3.84. Problema climatización: Aislamiento insuficiente en techo de edificio Carreras Múltiples.....	401
Figura 3.85. Proceso de uso de Biblioteca.....	404
Figura 3.86. Esquema de recorrido “a” en la biblioteca.....	405
Figura 3.87. Esquema de recorrido “b” en la biblioteca.....	406
Figura 3.88. Esquema de recorrido “c” en biblioteca.....	407
Figura 3.89. Proceso de uso de Hemeroteca.....	408
Figura 3.90. Esquema de recorrido “a” de hemeroteca.....	409
Figura 3.91. Esquema de recorrido “b” de hemeroteca.....	410
Figura 3.92. Esquema de recorrido “c” de hemeroteca.....	411
Figura 3.93. Problema Proceso Administrativo: Sala de lectura de biblioteca iluminada y sin uso.....	412
Figura 3.94. Problema Proceso Administrativo: Sala de lectura de hemeroteca iluminada y sin uso.....	413
Figura 3.95. Rotulación de los apagadores de luminarias en el departamento de Matemática.....	417
Figura 3.96. Rotulo de cierre de puerta por aire acondicionado en el departamento de Matemática.....	418
Figura 3.97. Rotulación de campaña de concientización sobre ahorro de energía en depto. Idiomas.....	418
Figura 3.98. Diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro energético practicadas por estudiantes.....	429
Figura 3.99. Solución del diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro practicadas por estudiantes.....	431
Figura 3.100. Solución de diagrama de árbol sobre impactos ambientales por consumir electricidad.....	434
Figura 3.101. Diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro energético practicadas por trabajadores.....	450

Figura 3.102. Solución del diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro practicadas por trabajadores.	451
Figura 4.103. Componentes de la factura por servicio de energía eléctrica en alta demanda.	478
Figura 4.104. Componentes de factura eléctrica: Cobro por distribución de potencia.	479
Figura 4.105. Componentes de factura eléctrica: Otros cobros en la factura eléctrica.	480
Figura 4.106. Estrategia de ahorro 1: Disminución de potencia eléctrica.	481
Figura 4.107. Estrategia de ahorro 2: Disminución del tiempo de uso en el equipo instalado.	482
Figura 4.108. Estrategia de ahorro 3: Disminución de otros cobros tarifarios.	483
Figura 4.109. Línea de acción 1: Administración de Tarifa Eléctrica.	487
Figura 4.110. Línea de acción 2: Administración de instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales. .	490
Figura 4.111. Línea de acción 3: Administración de Procesos Administrativos.	493
Figura 4.112. Línea de acción 4: Administración de Cultura Energética.	496
Figura 4.113. Descripción de programación de acciones de corto plazo.	651
Figura 4.114. Descripción de programación de acciones de medio plazo.	669
Figura 4.115 Descripción de programación de acciones de largo plazo.	681
Figura 5.116. Cálculo del valor actual de un flujo de caja, aplicando Excel.	815
Figura 5.117. Calculo de la TIR, aplicando Excel.	817

Índice de Gráficos

Gráfico 1.1. Inyección de energía eléctrica en El Salvador para el año 2013.	7
Gráfico 3.2. Consumo de energía del aula M3.	130
Gráfico 3.3. Consumo de energía del aula 3.	131
Gráfico 3.4. Consumo de energía del aula 4.	131
Gráfico 3.5. Consumo de energía del aula 5.	132
Gráfico 3.6. Consumo de energía del aula 10.	132
Gráfico 3.7. Consumo de energía las aulas 11 y 12.	133
Gráfico 3.8. Consumo de energía en las aulas del Bunker planta 1.	133
Gráfico 3.9. Consumo de energía en las aulas del Bunker planta 2.	134
Gráfico 3.10. Consumo de energía en las aulas del Bunker planta 3.	134
Gráfico 3.11. Consumo de energía en la unidad de Administración Académica.	135
Gráfico 3.12. Consumo de energía en la unidad de Post-Grado.	136
Gráfico 3.13. Consumo de energía en la unidad de Colecturía.	136
Gráfico 3.14. Consumo de energía en la unidad de AGEFMO.	137
Gráfico 3.15. Consumo de energía en la unidad de Deportes.	137
Gráfico 3.16. Consumo de energía en taller de mantenimiento industrial.	138
Gráfico 3.17. Consumo de energía en el departamento de Biología.	138
Gráfico 3.18. Consumo de energía en Clínica de Salud Bucal.	139
Gráfico 3.19. Consumo de energía en la unidad de Estudio Socio-Económico.	139
Gráfico 3.20. Consumo de energía en los Servicios Sanitarios.	140
Gráfico 3.21. Consumo de energía en Quiosco cerca de fuente.	141
Gráfico 3.22. Consumo de energía en Quiosco cerca de chalet.	141
Gráfico 3.23. Consumo de energía en Chalet la Café.	142
Gráfico 3.24. Consumo de energía en Chalet Ely.	142
Gráfico 3.25. Consumo de energía en Instituto del Agua.	143
Gráfico 3.26. Consumo de energía en el edificio de Derecho.	144
Gráfico 3.27. Consumo de energía en el edificio aulas N.	144
Gráfico 3.28. Consumo de energía en el edificio de Economía.	145
Gráfico 3.29. Proyecciones de consumo en energía 2009-2020, servicio eléctrico 1.	167
Gráfico 3.30. Proyecciones de Potencia máxima 2009-2020, servicio eléctrico 2.	177
Gráfico 3.31. Proyecciones de consumo en el horario Resto 2009-2020, servicio eléctrico 2.	177
Gráfico 3.32. Proyecciones de consumo en el horario Punta 2009-2020, servicio eléctrico 2.	178
Gráfico 3.33. Proyecciones de consumo en el horario Valle 2009-2020, servicio eléctrico 2.	178
Gráfico 3.34. Proyecciones del índice de factor de potencia 2009-2020, servicio eléctrico 2.	179
Gráfico 3.35. Reacción de estudiantes al ver la iluminación del salón encendida al terminar la clase.	420
Gráfico 3.36. Reacción de estudiantes al ver la iluminación encendida en un salón de clase vacío.	421
Gráfico 3.37. Preferencia de estudiantes sobre el tipo de iluminación para recibir sus clases.	422
Gráfico 3.38. Uso de dispositivos móviles en la universidad por estudiantes.	422
Gráfico 3.39. Dispositivos móviles que se conectan con mayor frecuencia en los tomas de la UES-FMOcc.	423
Gráfico 3.40. Motivo por el cual los estudiantes ahorrarían energía.	425
Gráfico 3.41. Hábito de apagar la iluminación al salir del área de trabajo.	435
Gráfico 3.42. Hábito de apagar la iluminación al salir del área de trabajo evaluada por tipo de empleado.	436
Gráfico 3.43. Hábito de apagar la iluminación en un salo vacío en empleados.	437
Gráfico 3.44. Hábito de apagar la iluminación en un salon vacío evaluada por tipo de empleado.	437
Gráfico 3.45. Preferencia de trabajadores sobre el tipo de iluminación en aulas y oficinas.	439
Gráfico 3.46. Necesidad de luz artificial en las áreas de trabajo durante el día.	439
Gráfico 3.47. Horario de necesidad de uso de luz artificial en las áreas de trabajo durante el día.	440
Gráfico 3.48. Uso de computadoras de escritorio por empleados de la UES-FMOcc.	442
Gráfico 3.49. Estado de la computadora de empleados de la UES-FMOcc cuando no la utilizan.	444
Gráfico 3.50. Motivo por el cual los trabajadores ahorrarían energía.	445
Gráfico 3.51. Pagos de energía proyectados para el servicio 1, periodo 2016-2035.	464
Gráfico 3.52. Pagos de energía proyectados, periodo 2016-2035.	464
Gráfico 5.53. Punto de equilibrio presentada gráficamente.	810

Índice de Planos

Plano 3.1. Plano de tendido Eléctrico de UES FMOcc	116
Plano 3.2. Plano de señalización de cajas térmicas de UES FMOcc	117
Plano 3.3. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Biología.	210
Plano 3.4. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Biología.	210
Plano 3.5. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Oficinas Administrativas.	211
Plano 3.6. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Oficinas Administrativas.	211
Plano 3.7. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Economía. 1 ^{er} nivel.	218
Plano 3.8. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Economía. 1 ^{er} nivel.	219
Plano 3.9. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Economía. 2 ^{do} nivel.	220
Plano 3.10. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Economía. 2 ^{do} nivel.	220
Plano 3.11. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Economía. 3 ^{er} nivel.	221
Plano 3.12. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Economía. 3 ^{er} nivel.	221
Plano 3.13. Circuito eléctrico actual en luminarias de Clínica Extramural Santa Ana, Aula 2 y Aula 3.	228
Plano 3.14. Circuito eléctrico propuesto en luminarias de Clínica Extramural Santa Ana, Aula 2 y Aula 3.	229
Plano 3.15. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 1 ^{er} nivel.	233
Plano 3.16. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 1 ^{er} nivel.	234
Plano 3.17. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 2 ^{do} nivel.	235
Plano 3.18. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 2 ^{do} nivel.	236
Plano 3.19. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio N. 1 ^{er} nivel.	240
Plano 3.20. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio N. 1 ^{er} nivel.	241
Plano 3.21. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio N. 2 ^{do} nivel.	242
Plano 3.22. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio N. 2 ^{do} nivel.	243
Plano 3.23. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Carreras Múltiples. 1 ^{er} nivel.	246
Plano 3.24. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio Carreras Múltiples. 1 ^{er} nivel.	247
Plano 3.25. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 2 ^{do} nivel.	248
Plano 3.26. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 2 ^{do} nivel.	249
Plano 3.27. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 3 ^{er} nivel.	250
Plano 3.28. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 3 ^{er} nivel.	251
Plano 3.29. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Medicina. 1 ^{er} nivel.	264
Plano 3.30. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Medicina. 1 ^{er} nivel.	265
Plano 3.31. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Medicina. 2 ^{do} nivel.	266
Plano 3.32. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Medicina. 2 ^{do} nivel.	267
Plano 3.33. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Bunker. 1 ^{er} nivel.	275
Plano 3.34. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Bunker. 2 ^{do} nivel.	276
Plano 3.35. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Bunker. 3 ^{er} nivel.	277
Plano 3.36. Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externas 6, 7, 8, 9 y M3.	282
Plano 3.37. Circuito eléctrico propuesto en luminarias de Aulas externas 6, 7, 8, 9 y M3.	283
Plano 3.38. Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externas 4, 5, 11 y 12.	284
Plano 3.39. Circuito eléctrico propuesto en luminarias de Aulas externas 4, 5, 11 y 12.	285
Plano 3.40. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Instituto de Agua.	291
Plano 3.41. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio Instituto de Agua.	292
Plano 3.42. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Taller Industrial y Cafetines.	293
Plano 3.43. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Taller Industrial y Cafetines.	294

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Estratificación de la muestra de empleados de la UES-FMOcc	25
Tabla 2.2. Resistencia térmica superficial de cerramientos en contacto con el aire exterior	87
Tabla 2.3. Resistencia térmica superficial de cerramientos en contacto con el aire interior	87
Tabla 2.4. Tipos de servicios y precios máximos para el suministro eléctrico en El Salvador	90
Tabla 3.5. Historial de precios máximos para el suministro del servicio eléctrico 1, periodo 2009-2015.	152
Tabla 3.6. Historial de consumo del servicio eléctrico 1, periodo 2009-2015.	153
Tabla 3.7. Historial de pagos por consumo del servicio eléctrico 1, periodo 2009-2015.....	153
Tabla 3.8. Historial de precios máximos para el suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015.	155
Tabla 3.9. Historial de consumo y factor de potencia del servicio 2, periodo 2009-2015. Tabla 1 de 3.....	156
Tabla 3.10. Historial de consumo y factor de potencia del servicio 2, periodo 2009-2015. Tabla 2 de 3.....	157
Tabla 3.11. Historial de consumo y factor de potencia del servicio 2, periodo 2009-2015. Tabla 3 de 3.....	158
Tabla 3.12. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 1 de 4	159
Tabla 3.13. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 2 de 4	160
Tabla 3.14. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 3 de 4	161
Tabla 3.15. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 4 de 4	162
Tabla 3.16. Descripción de del modelo utilizado para proyectar el consumo del servicio eléctrico 1.	165
Tabla 3.17. Proyecciones de consumo de energía 2009-2018, servicio eléctrico 1. Tabla 1 de 2.....	166
Tabla 3.18. Proyecciones de consumo en energía 2009-2018, servicio eléctrico 1. Tabla 2 de 2.....	166
Tabla 3.19. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 1, 2015-2035. Tabla 1 de 3.....	169
Tabla 3.20. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 1, 2015-2035. Tabla 2 de 3.....	169
Tabla 3.21. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 1, 2015-2035. Tabla 3 de 3.....	170
Tabla 3.22. Proyecciones de pagos por energía 2015-2035, servicio eléctrico 1. Tabla 1 de 3.	171
Tabla 3.23. Proyecciones de pagos por energía 2015-2035, servicio eléctrico 1. Tabla 2 de 3.	171
Tabla 3.24. Proyecciones de pagos por energía 2015-2035, servicio eléctrico 1. Tabla 3 de 3.	172
Tabla 3.25. Descripción del modelo utilizado para proyectar el consumo del servicio eléctrico 2.....	173
Tabla 3.26. Proyecciones de consumo para el servicio eléctrico 2, periodo 2009-2017. Tabla 1 de 3.	174
Tabla 3.27. Proyecciones de consumo para el servicio eléctrico 2, periodo 2009-2017. Tabla 2 de 3.	175
Tabla 3.28. Proyecciones de consumo para el servicio eléctrico 2, periodo 2009-2017. Tabla 3 de 3.	176
Tabla 3.29. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 1 de 3.....	182
Tabla 3.30. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 2 de 3.....	183
Tabla 3.31. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 3 de 3.....	184
Tabla 3.32. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 1 de 11.....	185
Tabla 3.33. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 2 de 11.....	186
Tabla 3.34. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 3 de 11.....	187
Tabla 3.35. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 4 de 11.....	188
Tabla 3.36. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 5 de 11.....	189
Tabla 3.37. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 6 de 11.....	190
Tabla 3.38. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 7 de 11.....	191
Tabla 3.39. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 8 de 11.....	192
Tabla 3.40. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 9 de 11.....	193
Tabla 3.41. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 10 de 11.....	194
Tabla 3.42. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 11 de 11.....	195
Tabla 3.43. Carga instalada por iluminación en edificio de Biología.	212
Tabla 3.44. Carga instalada por iluminación en Oficinas Administrativas.	213
Tabla 3.45. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio de Biología.	214
Tabla 3.46. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Oficinas Administrativas.....	215
Tabla 3.47. Carga instalada por iluminación en edificio de Economía, 1 ^{er} nivel.	222
Tabla 3.48. Carga instalada por iluminación en edificio de Economía. 2 ^{do} nivel.....	222
Tabla 3.49. Carga instalada por iluminación en edificio de Economía. 3 ^{er} nivel.	224
Tabla 3.50. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Economía, 1 ^{er} nivel.....	224
Tabla 3.51. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Economía, 2 ^{do} nivel.	225
Tabla 3.52. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Economía, 3 ^{er} nivel.....	226
Tabla 3.53. Carga instalada por iluminación en Clínica Extramural Santa Ana.	230

Tabla 3.54. Carga instalada por iluminación en Aulas 2 y 3.....	230
Tabla 3.55. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Clínica Extramural Santa Ana.....	231
Tabla 3.56. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Aulas 2 y 3.....	231
Tabla 3.57. Carga instalada por iluminación en edificio de Ciencias Jurídicas, 1 ^{er} nivel.....	237
Tabla 3.58. Carga instalada por iluminación en edificio de Ciencias Jurídicas, 2 ^{do} nivel.....	237
Tabla 3.59. Consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio de Ciencias Jurídicas, 1 ^{er} nivel.....	238
Tabla 3.60. Consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio de Ciencias Jurídicas, 2 ^{do} nivel.....	238
Tabla 3.61. Carga instalada por iluminación en el edificio N.....	244
Tabla 3.62. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio N.....	244
Tabla 3.63. Carga instalada por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 1 ^{er} nivel.....	252
Tabla 3.64. Carga instalada por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 2 ^{do} nivel.....	253
Tabla 3.65. Carga instalada por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 3 ^{er} nivel.....	255
Tabla 3.66. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 1 ^{er} nivel.....	257
Tabla 3.67. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 2 ^{do} nivel.....	259
Tabla 3.68. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 3 ^{er} nivel.....	261
Tabla 3.69. Carga instalada por iluminación en edificio de Medicina, 1 ^{er} nivel.....	268
Tabla 3.70. Carga instalada por iluminación en edificio de Medicina, 2 ^{do} nivel.....	269
Tabla 3.71. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Medicina, 1 ^{er} nivel.....	270
Tabla 3.72. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Medicina, 2 ^{do} nivel.....	272
Tabla 3.73. Carga instalada por iluminación en edificio Bunker, 1 ^{er} nivel.....	278
Tabla 3.74. Carga instalada por iluminación en edificio Bunker, 2 ^{do} nivel.....	278
Tabla 3.75. Carga instalada por iluminación en edificio Bunker, 3 ^{er} nivel.....	279
Tabla 3.76. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio Bunker, 1 ^{er} nivel.....	279
Tabla 3.77. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio Bunker, 2 ^{do} nivel.....	280
Tabla 3.78. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio Bunker, 3 ^{er} nivel.....	280
Tabla 3.79. Carga instalada por iluminación en Deportes, ASEPS y Unidad de Postgrado.....	286
Tabla 3.80. Carga instalada por iluminación en Aulas externas 6, 7, 8 y M3.....	286
Tabla 3.81. Carga instalada por iluminación en AGEFMO.....	287
Tabla 3.82. Carga instalada por iluminación en Aulas Externas 4, 5, 11 y 12.....	287
Tabla 3.83. Carga instalada por iluminación en Baños.....	287
Tabla 3.84. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Deportes, ASEPS y Postgrado.....	288
Tabla 3.85. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Aulas externas 6, 7, 8 y M3.....	288
Tabla 3.86. Consumo de energía eléctrica por iluminación en AGEFMO.....	289
Tabla 3.87. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Aulas Externas 4, 5, 11 y 12.....	289
Tabla 3.88. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Baños.....	289
Tabla 3.89. Carga instalada por iluminación del edificio Instituto de Agua.....	295
Tabla 3.90. Carga instalada por iluminación del Taller Industrial.....	296
Tabla 3.91. Carga instalada por iluminación del Taller de Mantenimiento.....	296
Tabla 3.92. Carga instalada por iluminación de Cafetines.....	296
Tabla 3.93. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio Instituto de Agua.....	297
Tabla 3.94. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el Taller Industrial.....	298
Tabla 3.95. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el Taller de Mantenimiento.....	298
Tabla 3.96. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Cafetines.....	298
Tabla 3.97. Especificaciones técnicas de luminaria externa actual de la UES-FMOcc.....	330
Tabla 3.98. Horario de consumo para las luminarias externas que operan 12.5 horas.....	331
Tabla 3.99. Horario de consumo para las luminarias externas que operan 3.5 horas.....	332
Tabla 3.100. Consumo de electricidad para luminarias que tienen un horario de uso de 12.5.....	333
Tabla 3.101. Consumo de electricidad para luminarias que tienen un horario de uso de 3.5.....	334
Tabla 3.102. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Biología.....	340
Tabla 3.103. Consumo de energía por ofimática en edificio de Economía, 1 ^{er} nivel.....	341
Tabla 3.104. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Economía, 2 ^{do} nivel.....	341
Tabla 3.105. Consumo de energía por ofimática en edificio de Economía, 3 ^{er} nivel.....	342
Tabla 3.106. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Oficinas Administrativas.....	343
Tabla 3.107. Consumo eléctrico por ofimática en AGEFMO.....	344
Tabla 3.108. Consumo eléctrico por ofimática en Clínica Extramural.....	344

Tabla 3.109. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Ciencias Jurídicas.....	344
Tabla 3.110. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Carreras Múltiples, 1 ^{er} nivel.....	345
Tabla 3.111. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Carreras Múltiples, 2 ^{do} nivel.....	345
Tabla 3.112. Carga instalada por ofimática en edificio de Carreras Múltiples, 3 ^{er} nivel.....	346
Tabla 3.113. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Medicina.....	347
Tabla 3.114. Consumo eléctrico por ofimática en edificio N.....	348
Tabla 3.115. Consumo eléctrico por ofimática en Taller Industrial.....	349
Tabla 3.116. Consumo eléctrico por ofimática en Taller de Mantenimiento.....	349
Tabla 3.117. Consumo eléctrico por ofimática en edificio Instituto de Agua.....	350
Tabla 3.118. Consumo eléctrico por ofimática en Cafetín Ely.....	350
Tabla 3.119. Especificaciones técnicas: Aire acondicionado marca: YORK, modelo: HABA-T060SA.....	357
Tabla 3.120. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: YORK, modelo: HABA-T046SA.....	357
Tabla 3.121. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: YORK, modelo: H4RA036S06A.....	358
Tabla 3.122. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: CHIGO, modelo: KF-88GW.....	358
Tabla 3.123. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: PIONEER, modelo: KM-70/Y.....	358
Tabla 3.124. Temperaturas de confort para las estaciones de invierno y verano.....	359
Tabla 3.125. Datos climatológicos y geográficos de la ciudad de Santa Ana, El Salvador.....	360
Tabla 3.126. Temperaturas de diseño del sistema de climatización en la UES-FMOcc.....	360
Tabla 3.127. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de Economía, Química y Física.....	362
Tabla 3.128. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de Medicina.....	363
Tabla 3.129. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de carreras múltiples.....	364
Tabla 3.130. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de Académica y Financiera.....	365
Tabla 3.131. Demanda térmica para refrigeración en Administración Académica.....	367
Tabla 3.132. Demanda térmica para refrigeración en Administración Financiera y Recursos Humanos.....	368
Tabla 3.133. Demanda térmica para refrigeración en el Laboratorio de Investigación de Química.....	369
Tabla 3.134. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Economía.....	370
Tabla 3.135. Demanda térmica para refrigeración en el Centro de Cómputo del primer nivel.....	371
Tabla 3.136. Demanda térmica para refrigeración en Oficinas de Biblioteca.....	372
Tabla 3.137. Demanda térmica para refrigeración en la unidad de Servidores.....	373
Tabla 3.138. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Ingeniería (Jefatura).....	374
Tabla 3.139. Demanda térmica para refrigeración en la Sala de Conferencias (Segundo nivel).....	375
Tabla 3.140. Demanda térmica para refrigeración en la unidad de Hardware Ingeniería.....	376
Tabla 3.141. Demanda térmica para refrigeración en el Laboratorio I de idiomas.....	377
Tabla 3.142. Demanda térmica para refrigeración en el Laboratorio II de idiomas.....	378
Tabla 3.143. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Idiomas (Jefatura).....	379
Tabla 3.144. Demanda térmica para refrigeración en la Sala de Teleconferencias.....	380
Tabla 3.145. Demanda térmica para refrigeración en el Decanato.....	381
Tabla 3.146. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Matemática.....	382
Tabla 3.147. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Medicina (Jefatura).....	383
Tabla 3.148. Demanda térmica para refrigeración en la unidad de Proyección Social.....	384
Tabla 3.149. Características del sistema de climatización artificial emplazado en la UES-FMOcc.....	385
Tabla 3.150. Horario de uso del sistema de climatización de La UES-FMOcc.....	387
Tabla 3.151. Consumo diario de energía del sistema de climatización de la UES-FMOcc.....	388
Tabla 3.152. Valores límite de la transmitancia termina en los cerramientos.....	391
Tabla 3.153. Medidas de ahorro de energía practicadas por los estudiantes de la UES-FMOcc.....	427
Tabla 3.154. Impactos medio-ambientales por causa del consumo de energía eléctrica.....	433
Tabla 3.155. Medidas de ahorro practicadas la población laboral de la UES-FMOcc.....	448
Tabla 3.156. Consumo de energía debido a computadoras portátiles usadas por estudiantes.....	456
Tabla 3.157. Consumo de energía por computadoras de escritorio de empleados Administrativos.....	457
Tabla 3.158. Consumo de energía por computadoras de escritorio de empleados Docentes.....	458
Tabla 3.159. Desperdicio de energía de empleados administrativos por PC encendida y sin uso.....	459
Tabla 3.160. Carga y consumo eléctrico actual en la UES-FMOcc, servicio 1.....	472
Tabla 3.161. Carga y consumo eléctrico actual en la UES-FMOcc, servicio 2.....	473
Tabla 4.162 Acción correctiva Iluminación Interna: “Sectorización de circuitos de luminarias”.....	499
Tabla 4.163 Acción correctiva Iluminación Interna: “Montaje de apagadores”.....	506

Tabla 4.164 Acción correctiva Iluminación Interna: “Distribución de luminarias”	511
Tabla 4.165 Acción correctiva Iluminación Interna: “Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED”	519
Tabla 4.166 Acción correctiva Iluminación Interna: “Cambio de lámparas internas”	523
Tabla 4.167 Acción correctiva Iluminación Externa: “Cambio de iluminación externa por LED”	525
Tabla 4.168 Acción correctiva iluminación natural: “Colocación de ventanas”	528
Tabla 4.169 Acción correctiva iluminación natural: “Montaje de lámina transparente”	531
Tabla 4.170 Acción correctiva iluminación natural: “Montaje de cortinas sobre ventanas”	535
Tabla 4.171 Acción correctiva iluminación natural: “Pintar paredes con colores claros”	539
Tabla 4.172 Acción correctiva Ofimática: “Montaje de regletas”	542
Tabla 4.173 Acción correctiva Ofimática: “Configuración en modos ahorro energético el equipo ofimático”	545
Tabla 4.174 Acción correctiva Ofimática: “Reducción de reguladores de voltaje”	552
Tabla 4.175 Acción correctiva Ofimática: “Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo”	553
Tabla 4.176 Acción correctiva climatización: “Aislamiento térmicos en paredes de edificios”	560
Tabla 4.177 Acción correctiva climatización: “Aislamiento térmicos en techos de edificios”	566
Tabla 4.178 Acción correctiva climatización: “Instalación de termostatos digitales”	573
Tabla 4.179 Acción correctiva climatización: “Aislamiento térmico en ventanas”	576
Tabla 4.180 Acción correctiva climatización: “Instalación de protección solar para cristales de ventanas”	579
Tabla 4.181 Acción correctiva Iluminación Externa: “Cambio de luminaria actual por LED en pasillos”	583
Tabla 4.182 Acción correctiva climatización: “Colocación de burletes en huecos de puertas y ventanas”	586
Tabla 4.183 Acción correctiva climatización: “Redistribución de unidades de aire acondicionado”	588
Tabla 4.184 Acción correctiva instalaciones eléctricas: “Control de luces externas”	592
Tabla 4.185 Acción correctiva instalaciones electrónicas: “Montaje de circuito de control”	601
Tabla 4.186 Acción correctiva procesos: “Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación”	612
Tabla 4.187 Acción correctiva procesos: “Internalización del mantenimiento de aires acondicionados”	616
Tabla 4.188 Acción correctiva procesos: “Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Climatización”	621
Tabla 4.189 Acción correctiva Cultura Energética: “Instalación de una Cultura Energética institucional”	625
Tabla 4.190 Acción correctiva Cultura Energética: “Implementación de normas sobre ahorro de energía”	629
Tabla 4.191 Acción correctiva de Tarifa: “Instalación de Capacitores”	632
Tabla 4.192 Acción correctiva Tarifa: “Control de consumo eléctrico”	634
Tabla 4.193. Acción correctiva Equipo: “Sustitución de CPU por centros de trabajo virtuales”	637
Tabla 4.194. Acción correctiva climatización: “Sustitución de sistema de aires acondicionados”	641
Tabla 4.195 Acción correctiva climatización: “Instalación de sistema de renovación de aire”	646
Tabla 4.196 Descripción de acciones correctivas programadas para el Corto Plazo.....	649
Tabla 4.197 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 1 de 6.....	654
Tabla 4.198 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 2 de 6.....	655
Tabla 4.199 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 3 de 6.....	656
Tabla 4.200 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 4 de 6.....	656
Tabla 4.201 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 5 de 6.....	657
Tabla 4.202 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 6 de 6.....	657
Tabla 4.203. Programación de acciones en corto plazo “Edificio Medicina”. Tabla 1 de 2	658
Tabla 4.204 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Medicina”. Tabla 2 de 2	659
Tabla 4.205 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Admón. Académica”. Tabla 1 de 3.....	659
Tabla 4.206 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Admón. Académica”. Tabla 2 de 3.....	660
Tabla 4.207 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Admón. Académica”. Tabla 3 de 3.....	661
Tabla 4.208 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Economía”. Tabla 1 de 2	661
Tabla 4.209 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Economía”. Tabla 2 de 2	662
Tabla 4.210 Programación de acciones en corto plazo “Iluminación Externa”. Tabla 1 de 2.....	662
Tabla 4.211 Programación de acciones en corto plazo “Iluminación Externa”. Tabla 2 de 2.....	663
Tabla 4.212 Programación de acciones en corto plazo “Aulas Externas”. Tabla 1 de 2	663
Tabla 4.213 Programación de acciones en corto plazo “Aulas Externas”. Tabla 2 de 2	664
Tabla 4.214 Programación de acciones en corto plazo “Edificio N”.	664
Tabla 4.215 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Biología”. Tabla 1 de 2.....	664
Tabla 4.216 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Biología”. Tabla 2 de 2.....	665
Tabla 4.217 Programación de acciones en corto plazo “Clínica Extramural de Santa Ana”	665
Tabla 4.218 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Ciencias Jurídicas N1”. Tabla 1 de 2.....	665

Tabla 4.219 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Ciencias Jurídicas N2”. Tabla 2 de 2.....	666
Tabla 4.220 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Ciencias Jurídicas N2”.....	666
Tabla 4.221 Descripción de acciones correctivas programadas para el Mediano Plazo.	667
Tabla 4.222 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 1 de 9.....	671
Tabla 4.223 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 2 de 9.....	672
Tabla 4.224 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 3 de 9.....	673
Tabla 4.225 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 4 de 9.....	674
Tabla 4.226 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 5 de 9.....	675
Tabla 4.227 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 6 de 9.....	676
Tabla 4.228 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 7 de 9.....	677
Tabla 4.229 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 8 de 9.....	678
Tabla 4.230 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 9 de 9.....	679
Tabla 4.231 Descripción de acciones correctivas programadas para el Largo Plazo.	680
Tabla 4.232 Programación de acciones en largo plazo. Tabla 1 de 3.....	683
Tabla 4.233 Programación de acciones en largo plazo. Tabla 2 de 3.....	684
Tabla 4.234 Programación de acciones en largo plazo. Tabla 3 de 3.....	685
Tabla 4.235 Especificación de columnas en ahorro por consumo constante.	689
Tabla 4.236 Especificación de columnas en ahorro por consumo fluctuante.....	690
Tabla 4.237 Ahorro estimado en consumo constante por ILU-01-CP, ILU-02-CP e ILU-03-CP.	692
Tabla 4.238. Ahorro estimado en consumo fluctuante por ILU-01-CP, ILU-02-CP e ILU-03-CP.....	695
Tabla 4.239. Especificación de columnas en ahorro por ILU-04-CP.....	697
Tabla 4.240. Ahorro estimado para la acción ILU-04-CP.....	698
Tabla 4.241. Especificación de columnas en ahorro por ILU-06-CP.....	700
Tabla 4.242. Ahorro estimado para las acciones ILU-06-CP consumo a 12.5 horas.	701
Tabla 4.243. Ahorro estimado para las acciones ILU-06-CP consumo a 3.5 horas.	701
Tabla 4.244. Especificación de columnas ahorro por ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP, ILU-10-CP.	703
Tabla 4.245. Ahorro estimado para las acciones ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP.....	704
Tabla 4.246. Especificación de columnas ahorro por EQ-01-CP.....	706
Tabla 4.247. Ahorro estimado para la acción correctiva EQ-01-CP.	708
Tabla 4.248. Especificación de columnas ahorro por EQ-02-CP.....	709
Tabla 4.249. Ahorro estimado para la acción correctiva EQ-02-CP.	710
Tabla 4.250. Especificación de columnas ahorro por EQ-03-CP y EQ-04-CP.	712
Tabla 4.251. Ahorro estimado para las acciones correctivas EQ-03-CP, EQ-04-CP.....	713
Tabla 4.252. Especificación de columnas ahorro por CLIM-01-CP.	715
Tabla 4.253. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Oficinas Administrativas”	717
Tabla 4.254. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Química y Economía”	717
Tabla 4.255. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Carreras Múltiples”	717
Tabla 4.256. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Medicina”.....	718
Tabla 4.257. Especificación de columnas ahorro por CLIM-02-CP, CLIM-04-CP.....	719
Tabla 4.258. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio Oficinas Administrativas “	721
Tabla 4.259. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio de Economía “	722
Tabla 4.260. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio de Carreras Múltiples”	722
Tabla 4.261. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio de Medicina”	723
Tabla 4.262. Especificación de columnas ahorro por CLIM-03-CP.	724
Tabla 4.263. Ahorros de energía por instalación de termostatos “Edificio de Carreras Múltiples”	726
Tabla 4.264. Ahorros de energía por instalación de termostatos “Edificio de Oficinas Administrativas”	726
Tabla 4.265. Ahorros de energía por instalación de termostatos “Edificio de Química y Física”	726
Tabla 4.266. Ahorros de energía por instalación de termostatos digitales “Edificio de Medicina”	727
Tabla 4.267. Especificación de columnas ahorro por CLIM-05-CP.	728
Tabla 4.268. Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio Oficinas Administrativas”	730
Tabla 4.269 Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio de Química y Economía”	730
Tabla 4.270. Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio de Carreras Múltiples”	730
Tabla 4.271. Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio de Medicina”	731
Tabla 4.272. Especificación de columnas ahorro por ILU-01-MP.....	733
Tabla 4.273. Ahorro estimado para la acción ILU-01-MP.....	734

Tabla 4.274. Especificación de columnas ahorro por CON-01-MP.....	736
Tabla 4.275. Ahorro estimado en edificios para la acción CON-01-MP	737
Tabla 4.276. Ahorro estimado en fuentes de energía para la acción CON-01-MP	737
Tabla 4.277. Especificación de columnas ahorro por CLIM-01-MP.	739
Tabla 4.278. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Oficinas Administrativas”.....	740
Tabla 4.279. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Química y Economía”	740
Tabla 4.280. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Carreras Múltiples”	740
Tabla 4.281. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Medicina”	741
Tabla 4.282. Especificación de columnas ahorro por CLIM-02-MP.	742
Tabla 4.283. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Oficinas Administrativas”	743
Tabla 4.284. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Química y Economía”	743
Tabla 4.285. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Carreras Múltiples”	744
Tabla 4.286. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Medicina” ..	744
Tabla 4.287. Ahorros económicos de la internación del mantenimiento de aires acondicionados.....	748
Tabla 4.288. Desperdicios sobre el horario de uso propuesto en el sistema de climatización	750
Tabla 4.289. Especificación de columnas por CLIM-01-MP.....	751
Tabla 4.290. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Oficinas Administrativas”	752
Tabla 4.291. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Química y Economía”	752
Tabla 4.292. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Carreras Múltiples”	752
Tabla 4.293. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Medicina”	753
Tabla 4.294. Especificación de columnas ahorro por ILU-01-LP.....	757
Tabla 4.295. Ahorro estimado para la acción ILU-01-LP.....	758
Tabla 4.296. Especificación de columnas ahorro por EQ-01-LP.	760
Tabla 4.297. Ahorro estimado para la acción EQ-01-LP.	762
Tabla 4.298. Especificación de columnas ahorro por CLIM-01-LP.	763
Tabla 4.299. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Oficinas Administrativas” ..	764
Tabla 4.300. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Economía y Química”	764
Tabla 4.301. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Carreras Múltiples”	765
Tabla 4.302. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Medicina”	765
Tabla 4.303. Ejemplo de tabla de programación de ahorro del plan.	770
Tabla 4.304. Programación ahorros acumulados para el corto plazo, 2016. Horario Resto en kwh	772
Tabla 4.305 Programación ahorros acumulados para el corto plazo, 2016. Horario Punta en kwh	773
Tabla 4.306. Programación ahorros acumulados para el corto plazo, 2016. Horario Valle en kwh.....	773
Tabla 4.307. Programación ahorros acumulados para el medio plazo, 2017. Horario Resto en kwh	774
Tabla 4.308. Programación ahorros acumulados para el medio plazo, 2018. Horario Resto en kwh	775
Tabla 4.309. Programación ahorros acumulados para el largo plazo, 2019. Horario Resto en kwh	776
Tabla 4.310. Programación ahorros acumulados para el largo plazo, 2020. Horario Resto en kwh	776
Tabla 4.311. Programación ahorros acumulados para el largo plazo, 2021. Horario Resto en kwh	777
Tabla 4.312. Ahorros a corto plazo por potencia instalada.	779
Tabla 4.313. Distribución de ahorro en corto plazo por sistema de Iluminación, Climatización y Equipo	780
Tabla 4.314. Ahorros a mediano plazo por potencia instalada.....	781
Tabla 4.315. Distribución de ahorro en mediano plazo por sistema de Iluminación, Climatización y Equipo	783
Tabla 4.316. Ahorros a largo plazo por potencia instalada.	784
Tabla 4.317. Distribución de ahorro en largo plazo por sistema de Iluminación, Climatización y Equipo	785
Tabla 4.318. Distribución de ahorros por edificio y transformador.	786
Tabla 5.319. Presupuesto de materiales para implementación del plan energético 2016 - 2020. Tabla 1 de 3	794
Tabla 5.320. Presupuesto de materiales para implementación del plan energético 2016 - 2020. Tabla 2 de 3	794
Tabla 5.321. Presupuesto de materiales para implementación del plan energético 2016 - 2020. Tabla 3 de 3	795
Tabla 5.322. Vida útil de materiales. Tabla 1 de 3.....	797
Tabla 5.323. Vida útil de materiales. Tabla 2 de 3.....	797
Tabla 5.324. Vida útil de materiales. Tabla 3 de 3.....	798
Tabla 5.325. Presupuesto de materiales para el mantenimiento del plan energético 2020 - 2027. Tabla 1 de 2.....	799

Tabla 5.326. Presupuesto de materiales para el mantenimiento del plan energético 2028 - 2033. Tabla 2 de 2.....	800
Tabla 5.327. Presupuesto de mano de obra para implementación del plan energético 2016.....	802
Tabla 5.328. Insumos de acciones correctivas de procesos de capacitaciones y cambio cultural 2017.	802
Tabla 5.329. Papelería e insumos de acciones correctivas.	803
Tabla 5.330. Costo total de presupuesto para la implementación del plan energético 2016 - 2033.....	804
Tabla 5.331. Proyecciones de ingresos anuales por disminución en el cobro electricidad 2015-2035. Tabla 1 de 2	807
Tabla 5.332. Proyecciones de ingresos anuales por disminución en el cobro electricidad 2015-2035. Tabla 2 de 2	808
Tabla 5.333. Egresos e Ingresos totales del plan energético 2016 – 2035.	809
Tabla 5.334. Flujos de caja para la alternativa uno “Financiamiento UES-FMOcc”.....	813
Tabla 5.335. Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión, alternativa 1.	818
Tabla 5.336. Presentación de la relación beneficio-costos, alternativa 1.....	821
Tabla 5.337. Presentación de valores presentes traídos del final de n periodos, alternativa 2.	823
Tabla 5.338. Flujos de caja para la alternativa uno “Auto financiamiento UES-FMOcc”.....	824
Tabla 5.339. Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión, alternativa 2.	826
Tabla 5.340. Presentación de la relación beneficio-costos, alternativa 2.....	827
Tabla 5.341. Calculo de pagos, o amortización de la alternativa 3.	830
Tabla 5.342. Presentación de valores presentes traídos del final de n periodos, alternativa 3.....	830
Tabla 5.343. Flujos de caja para la alternativa uno “Auto financiamiento UES-FMOcc”.....	831
Tabla 5.344. Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión, alternativa 3.	834
Tabla 5.345. Presentación de la relación beneficio-costos, alternativa 3.....	836
Tabla 5.346. Disposiciones finales de las alternativas de financiamiento.....	837

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.1. Antecedentes

La energía eléctrica es un recurso muy importante para el funcionamiento de las tareas que diariamente realiza el ser humano, tanto en los hogares como en los centros de trabajo; en la actualidad, este recurso es de los más demandados. Sin este recurso no tendríamos iluminación en nuestros hogares, en los centros de trabajo sería imposible realizar las tareas de producción, y no tendríamos todos los beneficios que acarrea la electricidad. Pero, un mal uso de este recurso desarrolla un impacto negativo tanto en el medio ambiente como en los seres vivos. El uso de la energía eléctrica aumenta en nuestro planeta el problema de efecto invernadero, que se produce por las emanaciones de gases provenientes de la generación de electricidad en plantas térmicas a base de petróleo, esto repercute en todos los seres humanos, provocando enfermedades y un ambiente en el que es difícil llevar una vida saludable. Es por ello que en nuestro país se tienen que buscar otras alternativas, las cuales lleven a generar energía eléctrica de forma renovable y limpia, también buscar alternativas que lleven al ahorro y uso adecuado del recurso eléctrico, ayudando esto a nuestros bolsillos.

Ya que la energía eléctrica es tan demandada en nuestro medio y a su vez es tan indispensable para nuestras vidas, se pretende realizar una estrategia para el ahorro de este recurso en la Universidad de El Salvador y específicamente en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente. Para ello es bueno conocer un poco acerca de la Universidad.

1.1.1. Historia de la Universidad de El Salvador

La enseñanza superior universitaria en El Salvador, surgió con la creación de la Universidad de El Salvador, poco después que el país se constituyera en Estado autónomo durante el período presidencial del Lic. Juan Lindo. En orden de antigüedad fue la tercera en Centroamérica, después de la Pontificia de San Carlos en Guatemala, y la de León, en Nicaragua, fundadas durante el régimen colonial (Guerra Y, Martínez C, Rivera Y, 2007, p. 26).

El 16 de febrero de 1842 la asamblea constituyente del Estado Salvadoreño firmó el histórico de fundación de la Universidad de El Salvador (Guerra Y, y otros, 2007, p. 26). A

partir de la creación de la Universidad, se inició la formación de futuros profesionales y con el transcurso del tiempo el número de alumnos se fue incrementando, a pesar de los diversos factores que han incluido dentro del devenir histórico de la Universidad, que no le han permitido un pleno desarrollo.

1.1.2. Origen y fundación del Centro Universitario de Occidente

El Centro Universitario de Occidente nació como una proyección de la Universidad de El Salvador, ante la necesidad de fomentar y difundir la enseñanza superior universitaria en la zona occidental del país. Esto surge por la necesidad de reducir que los estudiantes de la zona occidental del país se trasladen a la capital para estudiar y reducir así el gasto económico.

En el año de 1963, la Sociedad de Abogados de Occidente (Wikipedia, 2013), solicitó al Rector de la UES, Dr. Fabio Castillo Figueroa y demás autoridades superiores de la Universidad de El Salvador la creación de un centro de estudios superiores en la ciudad de Santa Ana, ya que, esta era la ciudad más poblada en la zona occidental del país; esto, con el fin de atender a la numerosa población estudiantil de los departamentos de Santa Ana, Ahuachapán y Sonsonate. Ya para julio de 1965, el Consejo Superior Universitario de la UES, autoriza la creación del Centro Universitario de Occidente, con sede en Santa Ana.

El 4 de junio de 1992, mediante el Acuerdo número 39-91-95-14, el Centro Universitario de Occidente se transforma en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente (F.M.O.), debido a que solo se impartían las áreas comunes de las carreras que se ofrecían, por lo que los estudiantes tenían que trasladarse a la Unidad Central para poder completar sus carreras. Desde su creación en 1965, la Facultad ya contaba con diferentes Edificios, oficinas y aulas, entre las que se pueden mencionar:

- Auditorio Marta Pérez Cervantes
- Edificio de Economía
- Laboratorios de Física y Química
- Aulas M
- Laboratorios de Biología
- Oficinas de Administración Académica, Colecturía y Estudio Socioeconómico

- Edificio de Ciencias Jurídicas
- Clínica de Salud Bucal
- Aulas A-1 hasta A-12
- Edificio Bunker
- Edificio de estudio de aguas
- Talleres de Mantenimiento y Taller Industrial

Con la transformación de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente se obtuvieron mayores beneficios para la población estudiantil, ya que, muchas de las carreras que no estaban completas se lograron completar, entre ellas se pueden mencionar: Medicina, Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial así como la creación de la carrera de Ingeniería en Sistemas Informáticos. Esto llevo a la creación y mejoramiento de la infraestructura de la Facultad, se construyeron edificios para las carreras que se completaron en la FMO (Guerra Y, y otros, 2007), entre los que se pueden mencionar:

- Construcción de los edificios de Ciencias de la Salud y de Carreras Múltiples en el año 2002
- Remodelaron algunas aulas existentes, entre ellas, las del Edificio llamado El Bunker, y las aulas de los alrededores, esto en el año 2004
- Construcción dos cafetines ubicados a un costado de la cancha de futbol en el año 2005
- Construcción de un Quiosco para uso de estudio en el año 2007-2008.
- Se construyó el Edificio de las Aulas N en el año 2009.
- Inicio de la construcción de una plaza de estudio a un costado del Edificio de Carreras Múltiples a finales del año 2012, la cual terminó en el año 2013.

- Inicio la construcción de dos edificios, el Edificio para estudiantes de Maestría y el Edificio para Jóvenes Talentos a finales del año 2012, con lo que se espera que para el año 2014 se haya terminado la construcción de estos.

Conforme al desarrollo de la infraestructura de la Facultad, la demanda de consumo de electricidad para dar abasto a las oficinas, edificios y aulas ha aumentado, y para satisfacer ésta, se han instalado bancos de transformadores distribuidos en la Facultad, estos transformadores están colocados a un costado del auditorio, atrás de los laboratorios de biología, enfrente de los servicios sanitarios, atrás del Edificio El Bunker, atrás del edificio de Medicina, a un costado del Edificio de Usos Múltiples, enfrente del Edificio de las aulas N y atrás del taller industrial.

Ahora que ya se conoce un poco acerca de la historia de la evolución de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, de cómo se han construido edificios por la creciente demanda de alumnos que año con año van ingresando a la universidad, y consecuente aumento de la demanda en electricidad, surge la necesidad de una propuesta de ahorro energético para la institución, ya que, año con año el pago de la factura eléctrica ha aumentado, como lo demuestra la tendencia creciente de consumo de energía eléctrica que la Facultad ha experimentado con la construcción de los edificios, el objetivo es poder generar alternativas que ayuden en la disminución del consumo y de esta forma reducir el pago en la factura eléctrica.

1.2. Planteamiento del problema

Al hablar de la humanidad, podemos utilizar una palabra que define adecuadamente la diferencia entre especie con todas las demás que habitan en el planeta tierra, esta palabra es raciocinio. Y gracias al uso de éste, el hombre ha podido construir su propio destino con herramientas como la creatividad, la inventiva, la innovación, la investigación y muchas más que son producto del uso de la razón, y por medio de las cuales, el hombre ha logrado algo muy importante que ha cambiado la forma de hacer las cosas en la sociedad: El desarrollo.

El desarrollo ha logrado muchos avances en tecnología y uno de estos es el descubrimiento de la energía eléctrica, un recurso que es esencial para dinamizar la vida del ser humano. La energía eléctrica ha sido uno de los motores que ha impulsado el desarrollo, logrando muchos impactos positivos en la sociedad, facilitando las actividades humanas; sean estas de trabajo, de diversión, o también de daño y destrucción del medio ambiente. Y es que, para lograr todos los beneficios que trae el uso de la energía eléctrica, se ha tenido que pagar demasiado caro en muchas esferas económicas y sociales; pero, es el medio ambiente el que más caro ha pagado con su deterioro y destrucción.

El funcionamiento del costo – beneficio de consumir electricidad es el siguiente: desde que se empezó a generar electricidad hasta la actualidad, la base de la generación ha sido por combustibles fósiles, transformando la energía de la combustión de estos recursos en energía eléctrica. Pero ésta actividad es una de las que mayor daño causa al medio ambiente, como consecuencia de los gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, que se generan en la combustión de los recursos fósiles, aunque hay otras actividades generadoras con fuentes renovables que causan un impacto mucho menor en el medio ambiente. Actualmente en el mercado eléctrico se hace una diferencia entre la generación de electricidad con fuentes convencionales (a base de combustibles fósiles) y la generación con fuentes renovables (eólica, fotovoltaica, termo-solar, hídrica) bajo una evaluación medio-ambiental, social y económica.

En la *evaluación medio-ambiental*, es la generación con fuentes convencionales la que mayores efectos negativos producen, como consecuencia de los GEI generados en la combustión de recursos fósiles (carbón, petróleo y gas natural). Entre los impactos negativos de esta actividad generadora se mencionan: el calentamiento global, disminución de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, contaminación por metales pesados, sustancias

cancerígenas, niebla de invierno, niebla de verano, generación de residuos industriales, radiactividad, residuos radiactivos, agotamiento de los recursos energéticos, entre otros (APPA, 2009). Según el informe: Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad de la APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables), compara que, producir un kilovatio-hora (kw-h) de electricidad con el mejor sistema renovable – el mini hidráulico – tiene un impacto medioambiental 250 veces menor respecto al que supone generarlo con carbón o petróleo (APPA, 2009, p. 14). Y es por este beneficio al medio ambiente que se preferirían las fuentes renovables, y los países hacen esfuerzos por desarrollarlas.

En la *evaluación económica*, los expertos señalan que: el agotamiento de los recursos fósiles es inevitable. Según señalan éstos, se tendrán muchos problemas y conflictos cuando el recurso fósil comience a escasear y se mantendrán hasta llegar al agotamiento de éste.

Hay países que han sido bendecidos, ya que, son ricos en petróleo, el llamado “oro negro” y que cuentan con las mayores reservas del mundo bajo su subsuelo. Pero, a la vez, esto representa una maldición, ya que, el escaseo del petróleo genera guerras y conflictos entre los países que tienen las reservas y los países que quieren apoderarse de éstas. Pero lo que interesa señalar, son los problemas económicos que trae el agotamiento. La demanda del crudo aumenta, y la oferta está limitada a las reservas que tienen algunos países petroleros. El mayor impacto lo sufre la economía mundial y la vida de la mayoría de la humanidad.

La situación es la siguiente, la escases del petróleo provoca mayor demanda, lo cual ofrece la oportunidad a las empresas que extraen el crudo a vender más caro, situación que ha llegado a un precio exorbitante de más de \$100.00/barril. Este petróleo caro mueve la producción mundial, se estima que el 50% de la energía mundial utilizada proviene del petróleo (Luis Merino, n.d.), ya sea utilizada para la industria, el comercio, esparcimiento o generación de electricidad. Como consecuencia los productos se encarecen, ya que, los costos de operación de las empresas para producirlos aumentan. Las empresas ven reflejado este encarecimiento en la compra de sus materias primas, en la electricidad que compran para transformarla en productos, entre otros; y lo que hacen estas es simplemente trasladar este costo al consumidor final.

El Salvador es también afectado, ya que, es un país consumista, que importa la mayoría de productos que utiliza, a los cuales se les tiene que agregar el costo de transportación desde el país productor, encareciendo aún más el producto; y cuya energía para la transportación

proviene también del petróleo. Hablando específicamente de la generación de electricidad en El Salvador se cuenta con la siguiente matriz energética (AESoluciones, 2013):

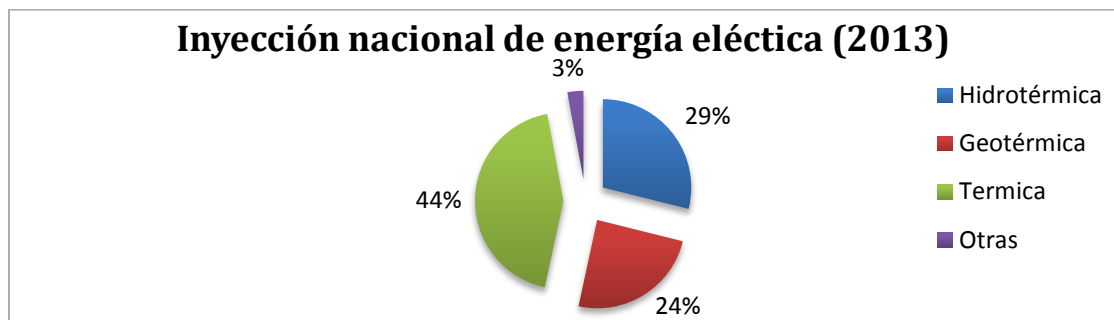


Gráfico 1.1. Inyección de energía eléctrica en El Salvador para el año 2013.
Fuente: propia

Como se ve en la gráfica, cerca del 45% de la energía en El Salvador se genera a base de petróleo, llegando en los meses de verano hasta el 60% cuando la generación hidráulica disminuye (AESoluciones, 2013). Situación que se agrava, ya que, el 100% del petróleo se importa.

Esta dependencia del petróleo provoca que el servicio eléctrico que dinamiza la actividad productiva de El Salvador sea muy caro para las empresas, instituciones, hogares, universidades, y demás que lo utilizan. El costo extra al que tienen que incurrir se refleja en la factura que se paga a la distribuidora eléctrica. En el año 2014, el gobierno de El Salvador está haciendo esfuerzos para reducir esta dependencia generadora a base de fuentes convencionales, queriendo reducir de 45% hasta un 15% la generación térmica de bunker para el 2018 (Consejo Nacional de Energía CNE, 2014). El ahorro que se incurra se reflejaría en toda la población salvadoreña que utiliza electricidad. Pero mientras se busca hacer realidad esta reducción y ahorro, las empresas e instituciones hacen lo suyo por ahorrar el recurso eléctrico y así disminuir sus costos de operación.

La Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador; no escapa a resentir este costo elevado de electricidad. Además, actualmente se presume un alto consumo eléctrico, viendo reflejado éste, en los registros de la factura eléctrica de los últimos 5 años (2009 - 2013) que esta facultad pagó a la empresa distribuidora AES-CLESA por el servicio, y que promedia los \$10,000.00 mensuales (UES-FMOcc Unidad de colecturía, 2014). Las sospechas del consumo elevado en electricidad están sobre la administración actual del recurso eléctrico en cuatro áreas: la primera es elección de la tarifa eléctrica, en segundo está la implantación de instalaciones estructurales, instalaciones eléctricas e

instalación de equipos electrónicos; la tercera son los procesos administrativo y operativos ejecutados en la universidad y por último la cultura energética en la comunidad universitaria en cuanto al uso racional de la electricidad; a estos se adjudica el alto consumo.

El problema en la Universidad existe como consecuencia de las inadecuadas administraciones planteadas, se citarán algunos ejemplos. En la elección de la tarifa existe un término denominado factor de potencia el cual debería de tener el valor igual al de la unidad, ya que, si este es menor de uno la tarifa eléctrica aumenta en costo, debido a multas por parte de la empresa distribuidora. También, en el caso de las instalaciones se ha observado que la iluminación en los edificios es utilizada en los horarios diurnos, lo cual demuestra que las instalaciones estructurales están mal diseñadas, ya que, no aprovechan la iluminación natural que no tiene ningún costo, lo cual aumenta el consumo eléctrico; el mismo caso se da para la ventilación natural. En el caso de la cultura es evidente que la población universitaria tiene poca información sobre el tema, y algunas personas ni siquiera cruza por sus pensamientos el daño medio-ambiental al que se incurre cuando se utiliza la energía eléctrica; más aún, cuando el uso es de forma no necesaria, un ejemplo se ha visto cuando las aulas vacías se encuentran con iluminación, y muy pocas personas de la comunidad universitaria tienen la cultura de apagar el interruptor, y así no desperdiciar la energía. Así se pueden citar muchos más ejemplos, pero el verdadero problema es que nadie hace nada por solucionarlo.

Se analizaron muchas situaciones en la FMOcc en las cuales se utiliza de manera ineficiente la energía eléctrica, y se indago en algunas personas que laboran en el lugar sobre la problemática y sus causas, y la frase que más contestaron fue que “*nadie hace nada*” por solucionar la situaciones que causan el desperdicio. Y es que solo es de hacerse las siguientes interrogantes ¿Quién toma las decisiones para que la tarifa eléctrica de la UES-FMOcc sea optima, y no se incurra en pagar multas?, ¿Quién toma las decisiones para que las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales de la UES-FMOcc sean óptimas, y no se incurra en un consumo eléctrico extra ocasionados por un mal diseño de estas instalaciones?, ¿Quien toma las decisiones para moldear la cultura de la comunidad universitaria, orientándola al ahorro eléctrico?, pero, hay otra pregunta que es igual de importante ¿Quiénes son los responsables de ejecutar estas decisiones?

Parece ser que el problema es provocado por la asignación de roles (quien decide que) y responsabilidades (quien hace que). Podemos ejemplificar el rol, “Jefe de mantenimiento” que tiene la función principal de mantener los sistemas de la universidad en estado de buen funcionamiento, incluyendo el sistema eléctrico. El estado de buen funcionamiento del sistema eléctrico sería aquel en el que toda actividad que ocupe este recurso eléctrico, lo haga con el mínimo consumo pero sin afectar la calidad en la ejecución de la actividad, si lo anterior no se cumple, el jefe debe tomar las decisiones pertinentes para cumplirlo. En el 2013 se tuvo un problema con el factor de potencia y se tuvo que pagar una multa de \$2,170.00 (AES-CLESA, 2013), el sistema eléctrico no funciona de manera óptima, y el problema sigue empeorando en el 2014, la pregunta es ¿Quién toma las decisiones para solucionar el problema del factor de potencia?, y así no pagar dicha multa. Tampoco se tiene claro, quienes son los responsables de ejecutar la decisión y solucionar el problema.

Al final son personas las que ocupan dichos roles y responsabilidades, entonces, ¿qué es lo que pasa? Se podría decir que el problema es por las fallas de la administración pública, donde, la organización es rígida, burocrática y administrada por funciones. No se está diciendo que es una mala práctica de administración, pero, es lo visto en las organizaciones públicas de El Salvador; donde, sus miembros se acomodan, ascienden por preferencias más que por competencias, tienen diferencias con los demás departamentos, incluso en los mismos departamentos, generando duplicidad de propósitos, pero esos son temas que salen de la investigación. Cerramos el planteamiento del problema con la siguiente interrogante:

¿Es la administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, causante que actualmente se incurra en un alto consumo eléctrico?

1.3. Hipótesis

La administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, es causante que actualmente se incurra en un alto consumo eléctrico.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar una propuesta de plan de ahorro para consumo de energía eléctrica en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Documentar la información necesaria sobre el problema de alto consumo eléctrico en la UES-FMOcc.
- ✓ Realizar un diagnóstico del consumo eléctrico actual en la UES-FMOcc.
- ✓ Desarrollar un plan que proponga alternativas y programas de ahorro del consumo eléctrico en la UES-FMOcc.
- ✓ Realizar un estudio económico-financiero sobre la implementación de plan de ahorro del consumo eléctrico.

1.5. Justificación

En nuestros días todo recurso debe ser utilizado de forma que se pueda aprovechar al máximo, pues, muchos de estos no son renovables. La energía eléctrica es tan importante en nuestro medio a tal punto que muchas de las actividades que normalmente hacemos están condicionadas por este, y aunque ahora tener acceso a electricidad no es considerado un lujo, muchas personas no la poseen y no darle un uso apropiado es equivalente a no valorar este recurso.

A la Universidad de El Salvador se le asigna un presupuesto ajustado y percibe ingresos propios con los cuales debe suplir todas sus necesidades para poder realizar su labor de brindar a la sociedad personas profesionales, debido a esto, la institución utiliza los recursos entre estos el eléctrico para funciones y actividades internas tales como: la administración, las clases en los distintos horarios hábiles, la prestación de servicio de internet, alumbrado público, practicas académicas, energía eléctrica para la comunidad universitaria, entre otros. Según datos de AES-CLESA el costo por el servicio eléctrico en la Facultad tiende a más de \$6,000 cada mes.

La FMOcc tiene grandes desembolsos en pagos de servicios, y por tal razón sería necesario formular alternativas que aporten a la reducción de estos o que no tiendan a la alza, usar eficientemente los recursos en la institución es el primer paso para lograr la disminución de estos desembolsos. En el tema de consumo eléctrico es necesario crear un plan enfocado al ahorro, el cual traería a la Facultad la oportunidad de mejorar en aspectos que están directamente ligados al tema. Aunque el ahorro en el consumo eléctrico normalmente se vincula a cambios de potencia de trabajo en aparatos eléctricos, no basta solo con ello, pues es necesario hacer buen uso de estos e identificar aquellos pequeños detalles que a la larga podrían aportar a una reducción grande en el consumo.

De acuerdo con información del jefe de mantenimiento, se tiene conocimiento que la Facultad no cuenta con un plan estructurado para generar ahorros en el área del consumo eléctrico y el mejoramiento de las instalaciones, sobre todo en aquellas que tiene mayor antigüedad, por tal razón, se pretende proponer un plan de ahorro del consumo de energía eléctrica para Facultad que también permitirá mejorar las instalaciones; ya que, es necesario

poseerlo tanto por propósitos de ahorro en el consumo, como también por aspectos de reducción de gastos económicos y cuidado del medio-ambiente.

La iniciativa de realizar un plan de ahorro de energía eléctrica para la FMOcc surge como necesidad al ver una serie de problemas que se han generado a lo largo de los años y son los siguientes:

- **Aspecto Económico:** No es secreto que la Universidad de El Salvador pasa por una crisis económica, prueba de ellos es que para 2014 se realizó una marcha por parte de distintos sectores pidiendo un aumento al presupuesto y tras esta problemática se debería tomar iniciativas internas no solo enfocadas a pedir más, si no, a usar menos, pero sin afectar la calidad educativa ni la operatividad de la Facultad. Un plan de ahorro en el consumo eléctrico podría ser el primer paso para tomar acción que aporte a tratar de mitigar un porcentaje la problemática monetaria.
- **Servicio prestado:** La FMOcc para el año 2014 brindó un servicio educativo a una población de 8,044 estudiantes aproximadamente según datos proporcionados por Administración Académica, esto genera un desgaste en los activos de la institución año con año, los cuales al pasar del tiempo van rindiendo de manera que no es la adecuada, esto puede causar un sobre esfuerzo en ellos y por tal razón un mayor consumo eléctrico. Si en un futuro pudiera implementarse un plan de ahorro eléctrico en la institución, no solamente ayudaría a que el desembolso en los pagos de la tarifa bajaran, si no a que, el sector estudiantil y laboral utilicen conscientemente el servicio eléctrico.
- **Uso del servicio:** El aspecto cultural incide en el consumo eléctrico, pues depende mucho del buen o mal uso que se le dé al recurso, con el número de horas que se tiene en funcionamiento tanto la iluminación, aparatos eléctricos, entre otros.

Con la propuesta de plan de ahorro de consumo eléctrico para la UES FMOcc se pretende impactar ciertas áreas.

- **Económico:** Un plan que se enfoque al ahorro de la energía eléctrica en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente puede traer grandes beneficios económicos a la institución, esto sería el inicio de una solución para hacerle frente a una problemática

que cada año se va agudizando y es la falta de fondos que son necesarios por la institución académica para poder cubrir los gastos operativos que permitan formar y entregar profesionales a la sociedad.

- **Social:** Una de las áreas de impacto es la social, ya que, si se llevara a cabo el plan, traería beneficios tales como capacitaciones de personal que aumentarían el conocimiento sobre el tema, además de brindar un mejor servicio al alumnado al traducirse en mejores condiciones de estudio con lo cual podría aportarse a que el nivel de aprendizaje fuese de mejor calidad.

Medio ambiental: El tema energético siempre va ligado al tema medio ambiental, ya que, para la generación del recurso es necesario la explotación otras fuentes de energía, como térmica, geotérmica, hídrica o alternativas enfocadas a un mundo más verde. El plan de ahorro energético tiene incidencia directa en el medio ambiente, pues, un ahorro en el consumo es equivalente a menor demanda eléctrica y esto equivalente a menor generación de electricidad y de esta manera se utiliza menores recursos para este fin.

Nota aclaratoria: para el estudio realizado no se tomaron en cuenta los edificios de Post Grado, Jóvenes Talento y Unidad de Deportes ya que dentro del alcance y período de realización del estudio el cual comprende los años 2014 y 2015 no estaban contemplados, ya que dichos edificios dieron inicio en el año 2016.

1.6. Limitaciones

Para la realización del plan de ahorro de energía eléctrica en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente se ha previsto una serie de limitaciones que podrían en algún sentido afectar el desarrollo de la investigación, análisis o proposición de alternativas. Entre las limitaciones se plantean las siguientes:

- Se concibe al tiempo como una limitante para la realización de la propuesta de plan de ahorro eléctrico para la UES FMOcc pues se cuenta con 6 meses para la recolección de datos, el tratamiento de estos y el planteamiento de posibles soluciones a la problemática a tratar.
- No contar con información de datos históricos del consumo eléctrico puntual para cada edificio es una limitante, ya que, no puede estudiarse la tendencia del consumo eléctrico que desde años atrás se ha tenido cada inmueble, y solo se limita a estudiar la tendencia del consumo de energía de forma general para toda la universidad.
- Carecer de planos eléctricos de los edificios más antiguos de la Facultad es una limitante importante, ya que, sin éstos la investigación no podría profundizarse en aspectos de técnicos sobre el tema.
- Para la recolección de datos no se cuenta con equipo especializado para la medición directa de factor de potencia, potencia eléctrica, corriente eléctrica, entre otros. Este equipo sería de importancia al momento agilizar la toma de mediciones de las variables eléctricas mencionadas para cada uno de los edificios de la Facultad, como resultado se tiene una limitante que impactará en el tiempo y la profundidad de la investigación.

1.7. Metodología y diseño de la investigación

Es importante definir los procesos y lineamientos que regirán la investigación. Esta parte está dedicada a esta definición, diseñando los procedimientos que se seguirán en el estudio, se comenzará con la operacionalización de la hipótesis.

1.7.1. Operacionalización de la hipótesis

Se desagregó la hipótesis en sus variables constitutivas, disminuyendo el nivel de abstracción que podría tener, y así, hacerla más operable para su comprobación y verificación.

La hipótesis que se planteó para el problema de investigación es la siguiente:

“La administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, es causante que actualmente se incurra en un alto consumo eléctrico”

Desagregando la hipótesis en sus variables constitutivas definimos las siguientes variables:

Variable independiente (X):

“Administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente”

Variable dependiente (Y):

“Alto consumo eléctrico”

Indicadores para la variable independiente:

Administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

- Tarifa eléctrica (X₁)
- Instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales (X₂)
- Cultura energética (X₃)
- Procesos operativos y administrativos (X₄)

Indicadores para la variable dependiente:

Alto consumo eléctrico (variable dependiente “Y”)

- ✓ Comparación de consumo con instituciones análogas (Y_1)
- ✓ Costo de factura eléctrica (Y_2)

Se desagrega aún más los indicadores de las variables, ya que, todavía definen áreas extensas y abstractas de investigación, y para superar esta limitación, se plantearan para cada indicador varios factores y criterios específicos de evaluación, sobre los cuales resulta más fácil estudiar al sujeto de investigación.

Criterios de evaluación para los indicadores de la variable independiente:
“Administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente”

Tarifa eléctrica (X_1)

- ✓ Terminos de potencia
- ✓ Terminos de energía
- ✓ Complemento por reactiva
- ✓ Complemento por discriminación horaria
- ✓ Impuestos y multas sobre la electricidad

Instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales (X_2)

- ✓ Iluminación
- ✓ Climatización
- ✓ Ofimática
- ✓ Máquinas y equipos de laboratorios y talleres

Cultura energética (X_3)

- ✓ Conocimientos sobre ahorro energético

- ✓ Hábitos de consumo eléctrico
- ✓ Conocimiento de impactos del consumo eléctrico
- ✓ Nivel de compromiso con el ahorro energético

Procesos operativos y administrativos (X_4)

- ✓ Planificación del uso eficiente del recurso eléctrico
- ✓ Organización de los medios para el uso eficiente de la electricidad
- ✓ Operación de las medidas de eficiencia energética

Criterios de evaluación para los indicadores de la variable dependiente: “Alto consumo eléctrico”

Comparación de consumo con instituciones análogas (Y_1)

- ✓ Costo de factura eléctrica de instituciones análogas
- ✓ Administración del recurso energético de instituciones análogas

Costo de la factura eléctrica (Y_2)

- ✓ Costo por energía eléctrica
- ✓ Costo por multas de distribución
- ✓ Costo por tasas gubernamentales impositivas
- ✓ Costos por potencia contratada

El siguiente cuadro muestra el resumen del desglose desde la hipótesis hasta los criterios de evaluación que se realizó anteriormente

<i>Hipótesis</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Criterios de evaluación</i>
<i>La administración del recurso energético en la universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, es causante que actualmente se incurra en un alto consumo eléctrico</i>	<i>Administración del recurso energético en la universidad de El Salvador facultad Multidisciplinaria de occidente (X)</i>	<i>Tarifa eléctrica (X₁)</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Termino de potencia *Termino de energía *Complemento por reactiva *Complemento por discriminación horaria *Impuestos y multas sobre electricidad
		<i>Instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales (X₂)</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Iluminación *Climatización *Ofimática *Máquinas y equipos de laboratorios y talleres
		<i>Cultura energética (X₃)</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Conocimientos sobre ahorro energético *Hábitos de consumo eléctrico *Conocimiento de impactos de consumo eléctrico *Nivel de compromiso con el ahorro energético
		<i>Procesos operativos y administrativos (X₄)</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Planificación del uso eficiente del recurso eléctrico *Organización de los medios para el uso eficiente de la electricidad *Operación de las medidas de eficiencia energética
	<i>Alto consumo eléctrico (Y)</i>	<i>Comparación de consumo eléctrico en instituciones análogas (Y₁)</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Costo de factura eléctrica de instituciones análogas *Administración del recurso energético en instituciones análogas
		<i>Costo de la factura eléctrica (Y₂)</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Costo por energía eléctrica *Costo por multas de distribución *Costo por tasas gubernamentales impositivas *Costo por potencia Contratada

Figura 1.1. Cuadro de operacionalización de la hipótesis del problema.
Fuente propia

1.7.2. Tipo de estudio

El tipo de investigación utilizada, según los cuatro criterios de clasificación de investigaciones que expone el Dr. Roberto Muñoz Campos en su libro, “Investigación Científica. Paso a paso” (2008), se define a continuación:

✓ *Según el propósito de la investigación*

La investigación fue de **ciencia aplicada**, ya que, este tipo de investigación se utiliza cuando se tiene el propósito de buscar soluciones prácticas a los problemas investigados, en los cuales se utiliza la información de las diferentes áreas del conocimiento en la búsqueda de dicha solución. Para el caso específico de la Universidad de El Salvador, el propósito es solucionar el alto consumo eléctrico en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, aplicando conocimientos de ingeniería, física, economía, finanzas y demás necesarios para formular un plan de ahorro energético que disminuya el alto consumo y los altos costos económicos en la institución.

✓ *Según el lugar donde se realiza la investigación*

En este criterio de clasificación la mayoría de investigaciones tienen dos etapas desarrolladas de manera sistemática, donde cada etapa tiene un tipo de investigación; en la primera etapa el tipo de investigación fue: **investigación bibliográfica**, ya que, es necesario conocer sobre lo que se investiga, en el caso particular se investigó sobre el consumo de energía eléctrica y las formas de disminuirlo, buscando en fuentes de información secundarias lo referente al tema. En la segunda etapa se realizará una **investigación de campo**, ya que, se requiere información de primera fuente acerca del consumo eléctrico en la UES-FMOcc, información de la tarifa eléctrica, información de las instalaciones eléctricas de la facultad, información de la cultura energética de la comunidad universitaria, entre otras. Y para la obtención de esta información se realizó investigación de campo.

✓ *Según el nivel de profundidad de la investigación*

Según este criterio se tiene una **investigación descriptiva**, ya que, únicamente se describe el grado de asociación que existe entre las variables (tarifa, instalaciones, y cultura; y el consumo eléctrico de la UES FMO), explicando el tipo de relaciones existente entre cada par de variables, pero, sin llegar a probar la relación causa-efecto mediante manipulación de éstas. Como ejemplo podemos mencionar, cual es la relación existente entre la cultura de la comunidad universitaria en sensibilidad al ahorro y el incremento del consumo eléctrico.

✓ *Según el tratamiento de las variables de la investigación*

Se tiene una **investigación no experimental**, ya que, no se manipuló ninguna variable independiente, como la tarifa, instalaciones y cultura, para verificar cual es el efecto que causa esta manipulación en el consumo (variable dependiente).

1.7.3. **Definición de sujetos de investigación**

Para el desarrollo del plan de ahorro de energía, se tendrán tres elementos sujetos a investigación; uno para cada indicador de la variable independiente, ya que, resultan ser áreas independientes de investigación, pero, cada una vinculada y contribuyente de forma directa o indirecta al consumo eléctrico.

- * En el estudio de la tarifa eléctrica: los elementos sujetos a investigación fueron las empresas generadoras, distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica de El Salvador, ya que, sus costos de operación contribuyen en un porcentaje bien definido al costo reflejado en la factura eléctrica que paga la UES-FMOcc.
- * En el estudio de las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales: los elementos sujetos a investigar fueron los inmuebles de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, incluyendo edificios, aulas, zonas verdes, pasillos y demás áreas que utilicen el recurso eléctrico de forma directa o indirecta.
- * En el estudio de la cultura energética: los elementos sujetos a la investigación fueron toda la comunidad universitaria de la facultad, que comprende el personal laboral y estudiantil. Están comprendidos en el personal laboral los docentes de las diferentes carreras, personal académico-administrativo, personal de áreas de apoyo (deportes, mantenimiento, aseo y ornato) y demás que son empleados por la universidad; y el personal estudiantil comprende los estudiantes de las diferentes carreras y extensiones como inglés, jóvenes talento, maestrías, entre otras.

Es importante manifestar que para el estudio de mejoramiento de los procesos administrativos que es el cuarto indicador, los sujetos estudiados son combinaciones de los

anteriores, ya que, estos procesos incluyen a las personas que los ejecutan (comunidad universitaria), así como, el lugar donde se ejecutan (inmuebles de la UES-FMOcc).

1.7.4. **Universo y muestra**

Se ha detallado ya que la investigación estuvo dirigida a estudiar distintos sujetos, definidos por la tarifa eléctrica; las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales; y la cultura energética. Cada uno de estos sujetos representa un área específica y un universo de investigación, estos se describen en seguida:

✓ *Universo y muestra para la investigación de la tarifa eléctrica*

El universo para el estudio de la tarifa eléctrica comprende las generadoras, comercializadoras y distribuidoras de la electricidad en El Salvador. Se estudian estas organizaciones, por qué, la combinación de los precios de los productos de estas brindan la fórmula de la tarifa eléctrica que se paga en la facultad. El estudio estuvo enfocado exclusivamente a las distribuidoras de energía eléctrica conformadas en su mayoría por el grupo AES (por sus siglas en inglés, Applied Energy Services¹), ya que, por ser los últimos en la cadena de suministro del servicio de electricidad solamente antes del consumidor final, el precio de venta de electricidad de éstas distribuidoras de energía, refleja el total de las demás empresas que pertenecen a este canal de distribución.

La muestra para este estudio de la tarifa eléctrica fue únicamente la empresa CLESA, que es la que distribuye el servicio de electricidad a la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

✓ *Universo y muestra para la investigación de las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales*

El universo para el estudio de las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales comprendido por todos los inmuebles de la UES-FMOcc, incluyendo edificios, aulas, zonas verdes, pasillos y demás áreas que utilicen el recurso eléctrico de forma directa o indirecta.

¹Esta información se obtuvo del sitio es.wikipedia.org/wiki/AES_Corporation

La muestra para estudiar las instalaciones comprende el 100% de inmuebles, lo cual significa realizar un censo de consumo eléctrico de las instalaciones completas de la universidad, investigando la contribución al consumo de los sistemas eléctricos, electrónicos y estructurales instalados en la Facultad; las instalaciones que se censaron son las siguientes:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ELECTRÓNICAS Y ESTRUCTURALES PARA EL ESTUDIO	
* Auditorio Marta Pérez Cervantes	* Edificio de carreras múltiples
* Edificio de Economía	* Edificio de ciencias de la Salud
* Laboratorios de Física y Química	* Edificio Bunker
* Deportes	* Kioscos
* Aulas M	* Edificio de estudio de aguas
* Oficinas de Administración Académica, Colecturía y Estudio Socioeconómico	* Talleres de Mantenimiento y Taller de mecánica Industrial
* Laboratorios de Biología	* Cafetines
* Edificio de Ciencias Jurídicas	* Pasillos, áreas comunes y verdes
* Clínica de Salud Bucal	* Edificio de maestrías
* Aulas A-1 hasta A-12	* Edificio de jóvenes talento

Figura 1.2. Instalaciones estructurales (edificios) bajo investigación.
Fuente propia

✓ *Universo y muestra para la investigación de la cultura energética*

Para el estudio de la cultura energética, el universo comprende todo el personal laboral y estudiantil de la UES-FMOcc. Este universo consta de un total de 8332 personas, el cual se distribuye entre 278 personas del sector laboral y 8044 personas del sector estudiantil con características heterogéneas entre sí en cuanto a consumo energético.

La muestra para el estudio de la cultura energética fue estratificada, ya que, el consumo es diferenciado para los diferentes sectores por los que se compone la UES-FMOcc. Ya se

tiene una estratificación entre empleados y estudiantes de la facultad, pero, estos dos a su vez se dividen en grupos en los cuales el consumo eléctrico tiene cierto grado de homogenización, pero, se estratificaron éstos en base a variables socio-demográficas para obtener una muestra más representativa de toda la comunidad universitaria.

En consecuencia el muestreo estratificado que se utilizará es a dos etapas; la primera consta de una división heterogénea en cuanto al consumo de electricidad entre estudiantes y empleados; y, la segunda es una estratificación bastante homogénea en cuanto al consumo energético, pero, heterogénea utilizando otras variables como tipo de empleado o estudiante.

En la primera etapa se tiene una división heterogénea del universo en cuanto al consumo eléctrico, ya que, se puede diferenciar este consumo tanto para personal laboral como para el estudiantil, en consecuencia se analiza cada uno en forma individual, utilizando un muestreo aleatorio simple para población finita en ambos estratos (sector laboral y sector estudiantil), el cálculo de la muestra se detalla en seguida:

$$n_i = \frac{Z^2 pq N_i}{NE^2 + Z^2 pq} \text{ (Muestreo simple para población finita)}$$

En la fórmula:

n_i = Número de personas de la muestra del estrato i

Z = Nivel de confianza

N_i = Número de personas del estrato i

E = Error muestral

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

Entonces se detalla el cálculo del número de personas de la muestra para cada estrato.

Estrato: Sector laboral de la UES-FMOcc

N_{sl} = Número de personas del sector laboral = 278 empleados

Z = Nivel de confianza = 1.96

$$E = \text{Error muestral} = 10\% = 0.1$$

$$p = \text{Probabilidad de éxito} = 50\% = 0.5$$

$$q = \text{Probabilidad de fracaso} = 50\% = 0.5$$

Sustituyendo obtenemos

$$n_{sl} = \frac{Z^2 pq N_{sl}}{N_{sl} E^2 + Z^2 pq} = 71.38 = 72 \text{ empleados}$$

Estrato: Sector laboral de la UES-FMOcc

$$N_{se} = \text{Número de personas del sector estudiantil} = 8,044 \text{ estudiantes}$$

$$Z = \text{Nivel de confianza} = 1.96$$

$$E = \text{Error muestral} = 10\% = 0.1$$

$$p = \text{Probabilidad de éxito} = 50\% = 0.5$$

$$q = \text{Probabilidad de fracaso} = 50\% = 0.5$$

Sustituyendo obtenemos

$$n_{se} = \frac{Z^2 pq N_{se}}{N_{se} E^2 + Z^2 pq} = 94.90 = 95 \text{ estudiantes}$$

En la segunda parte la estratificación se hace en función de variables diferentes al consumo eléctrico, ya que, éste es bastante homogéneo para la mayoría empleados, como también, bastante homogéneo para la mayoría de estudiantes. Pero hay diferentes tipos de empleados y estudiantes en la facultad, y, para obtener una muestra que represente en buena medida a todos estos grupos de empleados y estudiantes, se dividen de la siguiente manera:

Tabla 1.1. Estratificación de la muestra de empleados de la UES-FMOcc

Estratificación de la muestra de empleados de la UES-FMOcc				
Tipo de empleado		cantidad	Porcentaje	muestra
Administrativos	Admón. Académica	7	3%	2
	Admón. Financiera	9	3%	2
	Secretaria Decanato	1	0%	0
	Recursos Humanos	3	1%	1
	Proyección Social	2	1%	1
	Secretarías	9	3%	2
	Servicio Jurídico	1	0%	0
Áreas de apoyo	Ordenanzas	9	3%	2
	Mantenimiento	6	2%	2
	Motoristas	3	1%	1
	Vigilancia	8	3%	2
	Deportes	2	1%	1
	Biblioteca	6	2%	2
	Impresiones	2	1%	1
	Laboratorista	1	0%	0
Docentes	209	75%	54	
Total	278	100%	72	

Fuente propia

Nota. La última columna de la tabla presenta la cantidad de cada tipo de empleado que se encuesta para que la muestra sea representativa de todas las personas que laboran en la UES-FMOcc.

1.7.5. Diseño del procedimiento de obtención de datos

Como se mencionó en el apartado del tipo de estudio, la investigación según el lugar donde se lleva a cabo tiene dos etapas: una es la investigación bibliográfica (obtención de datos secundarios) y la otra es la investigación de campo (obtención de datos primarios), ambas orientadas a obtener la información necesaria, confiable y útil. Entonces se detallan los procedimientos para la obtención de ambos tipos de datos.

* *Diseño de procedimiento para la obtención de datos secundarios*

Para obtener los datos referidos a la *tarifa eléctrica* se investigaron los informes y registros de la empresa de distribución de electricidad AES-CLESA, solicitando en forma impresa o digital información como la siguiente:

- i. Datos históricos de consumo eléctrico
- ii. Datos históricos de tendencia de factor de potencia
- iii. Datos históricos de la facturación eléctrica
- iv. Datos sobre costos de tarifas eléctrica (según potencia contratada y demanda de energía)

Para obtener los datos referidos a las *instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales* se procedió a la revisión de los informes, registros, tesis, libros, manuales y otros estudios que se hayan formulado o implementado en la UES-FMOcc. Se buscó información como:

- i. Planos eléctricos
- ii. Propuestas sobre ahorro energéticos
- iii. Historial de número de trabajadores de la universidad
- iv. Historial de número de alumnos de la universidad
- v. Antecedentes de las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales

* *Diseño de procedimiento para la obtención de datos primarios*

El procedimiento para obtener los datos primarios de la *tarifa eléctrica* que consta de un censo de consumo de electricidad, es el siguiente: Se comienza con levantamiento de planos del tendido eléctrico de la UES-FMOcc, ubicando las líneas primarias y secundarias, bancos de transformadores y las acometidas de los edificios, aulas y oficinas. Luego se identifican los puntos donde se mide el consumo de energía, que, en la mayoría de los casos son centros de cargas (cajas con dados térmicos) y acometidas de las edificaciones; después se divide el campus universitario en zonas, ya que, es demasiado extenso para realizar el censo en una sola oportunidad, lo que sigue es realizar mediciones de consumo de energía eléctrica en cada zona por un tiempo estimado de una semana en los puntos de medición identificados en cada zona, luego se mide la zona siguiente en los puntos identificados de ésta también por un tiempo de una semana, y así se sigue, hasta terminar todas las zonas. Algo importante es mencionar como se realiza la medición, únicamente consiste en medir el consumo de

corriente eléctrica en cada punto, así también, el voltaje de alimentación con una multímetro y una tenaza amperimétrica. Entonces se tienen los datos primarios de la tarifa eléctrica.

Para obtener los datos primarios de las *instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales* el procedimiento fue el siguiente: Para las instalaciones eléctricas y electrónicas se realizó un censo de equipo eléctrico, el cual consta de listar toda máquina, equipo y sistema que para funcionar utiliza electricidad. Se visitó cada aula, oficina y edificio de la UES-FMOcc donde se tabularon lámparas, computadoras, impresoras, ventiladores y demás sistemas que para funcionar utilizan electricidad; anotando las especificaciones de energía consumida según el fabricante, y si no se especifica se anota la potencia de trabajo y el promedio de tiempo que se utiliza el sistema. En cuanto a las instalaciones estructurales el procedimiento se realizó observando cada estructura edificada, visualizando como fue construida y analizando como consume energía, esto con el objetivo de saber si algunas modificaciones pueden contribuir a ahorrar energía.

En la obtención de los datos primarios de la *cultura energética y procesos administrativos* se siguió siguiente procedimiento: aquí se utilizan métodos más tradicionales, la obtención de datos fue a base una encuesta. Primero se identificaron los sujetos de la investigación y se obtienen muestras a partir de éstos, luego se elaboran los instrumentos para obtener los datos, los cuales son dos cuestionarios cuyo tema es el consumo energético y sus efectos (una formulario para estudiantes y otro para empleados de la universidad) y entrevistas para las autoridades de la universidad (decano y jefes de departamento) y personas que tengan una intervención concreta para poder ahorrar energía (mantenimiento y demás empleados de áreas de apoyo). Luego se realizaron las entrevistas y se pasaron los formularios para obtener los datos en cuanto a conocimiento de la comunidad universitaria del tema de ahorro y consumo energético.

1.7.6. Técnicas, herramientas e instrumentos de investigación

Estas técnicas, herramientas e instrumentos se resumen en las siguientes figuras.

Encuesta

ENCUESTA	HERRAMIENTA	RECURSO	DIRIGIDO A:	DATOS ESPERADOS
	<i>Formulario FE001</i>	<i>Papeletas Boligrafos</i>	<i>Sector estudiantil</i>	<i>Nivel de informacion del tema Nivel de compromiso Componentes de consumo electrico</i>
	<i>Formulario FE002</i>	<i>Papeletas Boligrafos</i>	<i>Sector laboral</i>	<i>Nivel de informacion del tema Nivel de compromiso Componentes de consumo electrico</i>

Figura 1.3. Herramientas para la investigación de consumo eléctrico en la Cultura Energética
Fuente propia

Medición directa

MEDICION	HERRAMIENTA	RECURSO	DIRIGIDO A:	DATOS ESPERADOS
	<i>Aparatos de medicion Guia toma de datos Señalización</i>	<i>Amperimetro Clamp Multimetro Cinta aislante Boligrafos Papeletas Extencion electrica</i>	<i>Instalaciones electricas Aparatos electricos Acometidas Otras fuentes de consumo</i>	<i>Consumo electrico total por sector Consumo real de aparatos electricos Variacion amperios-tiempo Posibles fallas</i>

Figura 1.4. Herramientas para la investigación de consumo eléctrico en las instalaciones eléctricas
Fuente propia

Entrevista

ENTREVISTA	HERRAMIENTA	RECURSO	DIRIGIDO A:	DATOS ESPERADOS
	<i>Guia de entrevista GE001</i>	<i>Papeleta Libreta Grabadora Boligrafos</i>	<i>Experto en en tema electrico</i>	<i>Metodologias de trabajo Variables a considerar en el estudio</i>
	<i>Guia de entrevista GE002</i>	<i>Papeleta Libreta Grabadora Boligrafos</i>	<i>Jefe de mantenimiento de UESFMOcc</i>	<i>Estado actual del tendido electrico Planes de accion de mantenimiento electrico Propuestas de mejoras</i>
	<i>Guia de entrevista GE003</i>	<i>Papeleta Libreta Grabadora Boligrafos</i>	<i>Vice Decano UESFMOcc</i>	<i>Estado actual en el tema electrico Posicion de las autoridades en el tema</i>
	<i>Guia de entrevista GE004</i>	<i>Papeleta Libreta Grabadora Boligrafos</i>	<i>Personal de mantenimiento</i>	<i>Posibles necesidades en campo de trabajo Fallas comunes en el tema electrico</i>

Figura 1.5. Herramientas para la investigación de consumo eléctrico los procesos administrativos
Fuente propia

Observación directa

OBSERVACION DIRECTA	HERRAMIENTA	RECURSO	DIRIGIDO A:	DATOS ESPERADOS
	<i>Guia de observacion GO001</i>	<i>Papeleta Camara fotografica Binoculares Boligrafos Libreta</i>	<i>Tendido electrico Edificios Zonas publicas Centros de trabajo Aulas Oficinas</i>	<i>Estado de tendido electrico Estado de instalaciones Oportunidades de mejora Posibles riesgos</i>
	<i>Guia de observacion GO002</i>	<i>Papeleta Camara fotografica Boligrafos Libreta</i>	<i>Procesos de trabajo</i>	<i>Consumo electrico por procesos Procesos innecesarios</i>
	<i>Guia de observacion GO003</i>	<i>Papeleta Boligrafos Lapiz</i>	<i>Edificios Centros de trabajo Aulas Oficinas</i>	<i>Disposición de centros de trabajo Disposición de equipo y muebles</i>
	<i>Guia de censo electrico</i>	<i>Papeleta Boligrafos</i>	<i>Aparatos electricos</i>	<i>Consumo electrico según fabricante Numero de aparatos y luminarias</i>

Figura 1.6. Herramientas para la investigación del consumo en las instalaciones estructurales
Fuente: propia.

1.8. Referencias de capítulo 1

- AESoluciones (2013).** Mercado eléctrico: Inyección nacional por tipo de recurso. Extraído el 10 de junio de 2014 desde: <http://aesoluciones.blogspot.com/>.
- Asociación de productores de energías renovables APPA, (2009).** IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD, Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica. Extraído el 01 de septiembre de 2014 desde: http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf
- Campos, R. M. (2008).** La investigación científica paso a paso. El Salvador: *Talleres Gráficos UCA*.
- Concejo Nacional de Energía CNE (2014).** Camino de la matriz energética en El Salvador. Extraído el 27 de agosto de 2014 desde: http://cne.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=62:2014-01-22-21-08-33&Itemid=63.
- Fenercom (2007).** Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos. Extraído el 7 de junio de 2014 desde: <http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/publicacion.php?id=62>
- Guerra Yesica, Martínez Carolina, Rivera Yanira, (2007).** Diagnóstico y propuesta de reorganización de la administración académica en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador. Santa Ana: *Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente*.
- Luis Merino (n.d.).** Las energías renovables. Extraído el 01 de septiembre de 2014 desde <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos.pdf>.
- SIGET (2009).** Ley General de Electricidad de El Salvador. Extraída el 19 de junio de 2014 desde: <http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/legislacion/1240-ley-general-de-electricidad>
- SIGET, (2013).** Licitación Pública Internacional N° CAESS-CPL-001-2013. Extraída el 13 de junio de 2014 desde: https://www.aeselsalvador.com/2009/Portals/0/SitioAES/Licitaciones/Bases%20Licitaci%C3%B3n%20No%20CAESS-CLP-001-2013_22%20ene%202013.pdf
- SIGET (2013).** Licitación Pública Internacional N° CAESS-CPL-001-2013. Extraída el 13 de junio de 2014 desde: https://www.aeselsalvador.com/2009/Portals/0/SitioAES/Licitaciones/Bases%20Licitaci%C3%B3n%20No%20CAESS-CLP-001-2013_22%20ene%202013.pdf
- SIGET (2014).** Anexo II – Términos y condiciones generales al consumidos final, del pliego tarifario del año 2014. Extraído el 14 de junio de 2014 desde http://www.siget.gob.sv/attachments/2194_Terminos%20_Condiciones%202014.pdf
- SIGET (2014).** Anexo II – Términos y condiciones generales al consumidos final, del pliego tarifario del año 2014. Extraído el 14 de junio de 2014 desde: http://www.siget.gob.sv/attachments/2194_Terminos%20_Condiciones%202014.pdf
- SIGET, (2014).** Términos y condiciones generales al consumidor final, del pliego tarifario del año 2014. Extraído el 10 de junio de 2014 desde www.siget.gob.sv/.../2194_Terminos%20_Condiciones%202014.pdf

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

Se conoce poco acerca de lo importante que es para la humanidad el uso de la energía eléctrica y los beneficios que se obtienen gracias al uso de este valioso recurso, ya que, facilita un una gran cantidad de actividades y a su vez proporciona muchas comodidades y muchas formas de recreación.

En este capítulo se detallan aspectos importantes sobre la energía eléctrica, como su clasificación. También se describen las diferentes maneras para generar la electricidad, tanto con recursos renovables como con recursos no renovables, se explica también cómo se distribuye y el impacto medio-ambiental que se produce cuando se genera electricidad. A su vez se explican conceptos a cerca del consumo eléctrico y la forma de calcular éste. También se describe la forma de facturación del consumo para las diferentes tipos de servicios contratados, como lo es la energía en punta, energía en resto y energía en valle y las sanciones que recaen por el uso indebido de la energía eléctrica.

De igual manera se detalla cómo hacer un buen uso del recurso energético, utilizando de forma óptima tanto los equipos como los instrumentos que consumen energía, se detallan aspectos importantes como lo son las instalaciones, las cuales si están en buenas condiciones se tendrá un mayor ahorro en el consumo de energía eléctrica, otros aspectos como la cultura de las personas tiene que ver mucho con lo que es el ahorro de este recurso, ya que, del buen uso que se dé tanto a las instalaciones como a los equipos, se tendrá una mayor calidad de vida para ellos.

2.2. Cadena de suministro de la energía eléctrica.

Para mejor comprensión se abordará el tema desde el punto de vista de la cadena de suministro de la electricidad, que es el canal de distribución que abarca todos los procesos desde que la energía eléctrica es producida por las generadoras, hasta, que es transportada a cada uno de los lugares donde dará vida a los aparatos eléctricos y electrónicos que la utilizan para funcionar. Es en la distribución donde las empresas encargadas de prestar el servicio realizan una serie de pasos para que se pueda disfrutar del recurso eléctrico y cada usuario le dé el uso que crea conveniente según sus necesidades, de esto depende mucho el sistema de distribución que se resumen en el siguiente esquema:

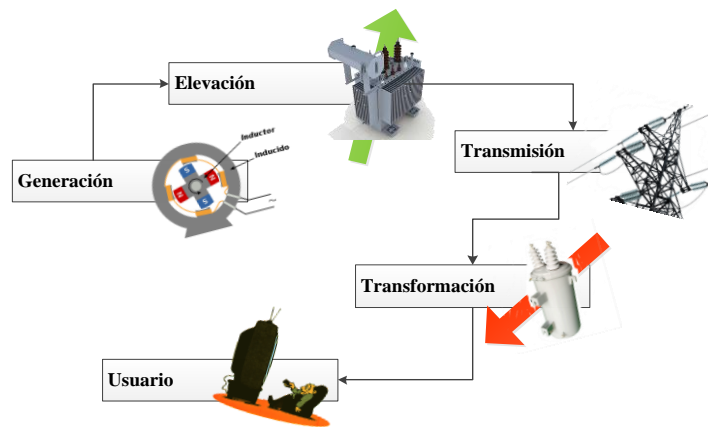


Figura 2.7. Pasos de la generación y distribución eléctrica
Fuente: Propia

2.2.1. Definición de energía eléctrica

Desde mucho tiempo atrás, el ser humano siempre ha buscado formas de realizar el trabajo más fácil y más eficientemente, con la ayuda de herramientas y tipos de energía como la electricidad. La energía eléctrica es una de las variantes de energía que el ser humano ha descubierto, la cual es resultante de la existencia de una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre estos mediante el contacto de un material conductor de electricidad.

La energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas (electrones) en el interior de materiales conductores. Es decir, cada vez que se acciona el interruptor de nuestra lámpara, se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través de cables metálicos, como el cobre (Twenergy, 2012).

La importancia de la energía eléctrica radica en que puede utilizarse en distintos procesos y trabajos, ya que, ésta puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica la cual le corresponde a los distintos tipos de luminarias, energía mecánica como en los motores eléctricos, energía térmica donde los aparatos de climatización hacen su función y en la energización de equipo electrónico. Las unidades en las que se mide la energía eléctrica es kilowatt hora (kwh), esta unidad mide la potencia consumida en un tiempo específico por un elemento de carga eléctrica. La energía eléctrica está totalmente ligada al tipo de voltaje con el cual es energizado el elemento de carga, de esto se puede derivar dos tipos de corriente: corriente alterna (c.a.) y corriente directa (c.d.), donde las naturalezas en el comportamiento de ambas es relativamente distinta. La corriente directa implica un flujo de carga que fluye siempre en una sola dirección. Una batería produce corriente directa en un circuito porque sus bornes tienen siempre el mismo signo de carga. Los electrones se mueven siempre en el circuito en la misma dirección: del borne negativo que los repele al borne positivo que los atrae. Aún si la corriente se mueve en pulsaciones irregulares, siempre que lo haga en una sola dirección será cd.

La corriente alterna (ca) se comporta como su nombre lo indica, de tal forma que los electrones del circuito se desplazan primero en una dirección y luego en sentido opuesto, con un movimiento de vaivén en torno a posiciones relativamente fijas. Esto se consigue alternando la polaridad del voltaje del generador o de otra fuente. La popularidad de que goza la corriente alterna proviene del hecho que la energía eléctrica en forma de corriente alterna se puede transmitir a grandes distancias por medio de fáciles elevaciones de voltaje que reducen las pérdidas de calor en los cables.

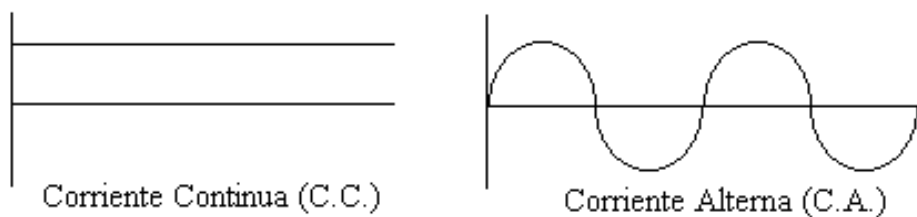


Figura 2.8. Gráfica de corriente continua y corriente alterna.
Fuente: Propia.

2.2.2. Etapa de generación de electricidad

La generación de energía eléctrica es el proceso que se realiza en centrales eléctricas. Estas son instalaciones dónde hay un conjunto de máquinas motrices y aparatos que se utilizan para generar energía. Según el servicio que dan en el consumo global de la red, las centrales se clasifican en:

- Centrales de base o centrales principales: Son las que están destinadas a suministrar energía eléctrica de manera continua. Estas son de gran potencia y utilizan generalmente como maquinas motrices las turbinas de vapor, turbinas de gas y turbinas hidráulicas.
- Centrales de punta: Proyectadas para cubrir demandas de energía en las horas punta. En dichas horas punta, se ponen en marcha y trabajan en paralelo con la central principal.
- Centrales de reserva: Tienen por objetivo reemplazar las centrales de base en caso de avería o reparación. No deben confundirse con las centrales de puntas, ya que, el funcionamiento de las centrales de puntas es periódico mientras que el de las centrales de reserva es intermitente.
- Centrales de Socorro: Tienen igual cometido que las centrales de reserva citadas anteriormente, pero, la instalación del conjunto de aparatos y maquinas que constituyen la central de reserva, es fija, mientras que las centrales de socorro son móviles y pueden desplazarse al lugar donde sean necesarios sus servicios. Estas centrales son de pequeña potencia y generalmente accionadas por motores Diésel; se instalan en vagones de ferrocarril, o en barcos especialmente diseñados y acondicionados para esa misión.
- Centrales de bombeo. Son las que en las horas bajas utilizan la energía sobrante para bombear agua a un embalse superior y en las horas punta se aprovechan para dar energía a la red.

Se distingue el tipo de energía eléctrica según la fuente que explotada para generarla, ya que, según el tipo de fuente que es explotada el proceso para la obtención de la energía eléctrica cambia. Se describen tres de estos tipos de generación de electricidad:

2.2.2.1. Generación de energía eléctrica por medios mecánicos.

En la generación de energía eléctrica por medios mecánicos se aplica la ley de conservación de la energía la cual dice que esta no se destruye solo se transforma, pues se transforma la energía de un medio mecánico en electricidad. En este tipo de producción de energía se utiliza el instrumento denominado generador eléctrico, el cual tiene en su base de funcionamiento la inducción electromagnética, este fenómeno origina una fuerza electromotriz (fem, por sus siglas en inglés) en un medio a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático y de esta manera se produce una corriente inducida. Para una mejor comprensión de cómo se genera la electricidad por medios mecánicos se presenta el siguiente experimento el cual fue las primeras pinceladas de lo que hoy es la forma más común de generación.

Durante la década de 1830 Michael Faraday en Inglaterra y Joseph Henry en Estados Unidos realizaron varios experimentos pioneros con la fem inducida por medios magnéticos. En la figura 2.3 una bobina de alambre está conectada a un galvanómetro. Cuando el imán cercano está inmóvil, el medidor no indica corriente. Esto no es sorprendente, pues en el circuito no hay fuente de fem.

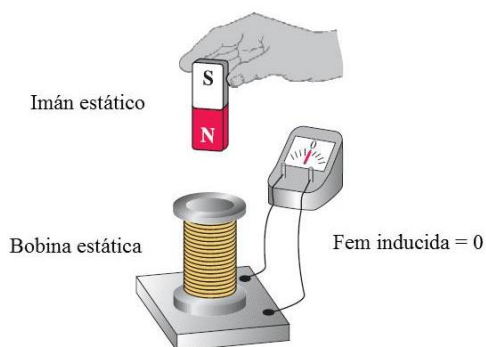


Figura 2.9. Imán fijo no induce una corriente en una bobina.
Fuente: Sears, Zemansky. (2009).

Pero cuando el imán se *mueve* y se acerca o se aleja de la bobina, el medidor indica corriente en el circuito, pero *sólo* mientras el imán se halla en movimiento como puede verse en la figura 2.4. Si el imán permanece fijo y es la bobina la que se mueve, otra vez se detecta corriente durante el movimiento. Esto se llama **corriente inducida**, y la fem correspondiente que se requiere para generarla recibe el nombre de **fem inducida**.

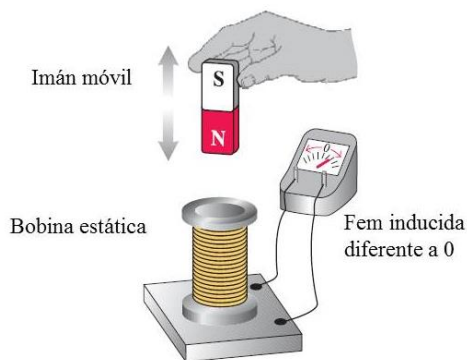


Figura 2.10. Imán en movimiento induciendo corriente a una bobina.
Fuente: Sears, Zemansky. (2009).

En la figura 2.5 se ha sustituido el imán con una segunda bobina conectada a una batería. Cuando la segunda bobina está fija, no hay corriente en la primera bobina. Sin embargo, cuando movemos la segunda bobina acercándola o alejándola de la primera, o hacemos lo mismo con la primera bobina con respecto a la segunda, hay corriente en la primera bobina, pero, de nuevo, *sólo* mientras una de las bobinas se mueve con respecto a la otra.

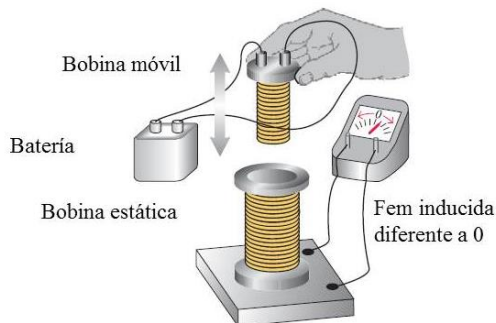


Figura 2.11. Bobina en movimiento induciendo corriente a otra bobina.
Fuente: Sears, Zemansky. (2009).

El ejemplo anterior explica el principio fundamental para la creación de lo que a la fecha tiene como nombre generador eléctrico, el cual transforma la energía de una fuente mecánica (movimiento de los imanes y bobinas) en energía eléctrica. Los generadores que se utilizan en la actualidad para energizar las ciudades e industrias producen corriente alterna.

Generador eléctrico

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos transformando la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura. Si se produce mecánicamente un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz. Este sistema está basado en la ley de Faraday.

2.2.2.2. Generación de energía eléctrica por recursos no renovable

Son aquellos recursos o medios naturales capaces de producir algún tipo de energía, los cuales se agotan al transformar su energía en energía útil. Entre las fuentes de energía no renovable están los Combustibles Fósiles: Carbón, Petróleo y Gas Natural. Otra fuente de energía no renovable es la energía nuclear.

Generación de energía eléctrica a través de carbón

Según Tenaris (2003) las plantas a carbón producen electricidad a partir de la combustión de carbón, en un generador de vapor que transforma el agua en vapor de alta presión y alta temperatura. El vapor circula por una serie de turbinas de vapor que impulsan un generador eléctrico para producir electricidad. El vapor de escape de las turbinas se refrigera, por condensación se convierte en agua y finalmente se devuelve al generador de vapor para recomenzar el proceso.

Generación de energía eléctrica a través de Petróleo

La generación de electricidad a partir de petróleo, comienza con la combustión de este, el cual se emplea para calentar el agua que se encuentra en una caldera para formar vapor de agua que se utiliza para mover las turbinas debido a la fuerza que se genera para empujarlas, las cuales están acopladas a un generador y mientras giran las turbinas se produce energía eléctrica.

Generación de energía eléctrica a través de Gas Natural

Las centrales eléctricas alimentadas a gas de ciclo combinado funcionan sobre la base de un ciclo de vapor y gas. Parte de la energía eléctrica es producida por una turbina de gas directamente conectada a un alternador. Como los gases de escape salen de la turbina a

temperaturas muy altas, la energía que se perdería se recupera a través de un generador de vapor por recuperación de calor. El generador de vapor por recuperación de calor es un intercambiador de calor que recupera el calor de los gases de combustión y produce vapor, que impulsa una turbina de vapor que genera electricidad (Tenaris, 2003).

2.2.2.3. Generación de energía eléctrica por recursos renovables

Las energías renovables son aquellas energías que provienen de recursos naturales que no se agotan y a los que se puede recurrir de manera permanente. Su impacto ambiental es nulo en la emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂. Se consideran energías renovables la energía solar, la eólica, la hidroeléctrica, la geotérmica. También pueden incluirse en este grupo la biomasa y la energía mareomotriz.

Energía Eólica

La energía eólica se utiliza para generar energía eléctrica mediante aerogeneradores, estos producen electricidad aprovechando la fuerza cinética del viento para impulsar un generador. El viento mueve unas turbinas que están colocadas en una columna o torre para mejorar su rendimiento, ya que, a mayor altura mayor velocidad del viento. Estos generadores en su mayoría son de tres palas o aspas, ya que, son los más eficaces debido a su menor rozamiento con el viento. La torre suele medir entre 40 y 60 metros y soporta las hélices y la góndola, esta góndola contiene el mecanismo rotor y otros mecanismos de medición. El rotor es el conjunto formado por las palas y el eje al que van unidas, a través de una pieza llamada buje. Las palas capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. El buje está conectado mediante un eje a un multiplicador, que por medio de un sistema de engranajes multiplica unas 60 veces la velocidad del eje. El generador eléctrico transforma la energía mecánica del rotor en eléctrica. La electricidad producida por el generador baja por unos cables hasta un convertidor situado cerca de los aerogeneradores. El convertidor transforma la energía y la envía a la red eléctrica sin fluctuaciones.

Normalmente los aerogeneradores se instalan agrupados en parques eólicos para aprovechar mejor las posibilidades energéticas del lugar, por lo general se suelen instalar en zonas de montaña aunque últimamente en muchos países se están instalando parques en el mar, frente a las costas, ya que, la fuerza del viento es mayor (Energy SPAIN, n.d.).

Energía Hidroeléctrica

Esta es generada por la caída del agua que es retenida en embalses a grandes alturas. Esto se logra mediante la construcción de una presa. Esta detiene el flujo normal del río y crea una reserva detrás de ella. El agua se desplaza a través de tuberías, que por efecto de la gravedad alcanza grandes velocidades, ésta en su paso hacen girar unas turbinas las cuales constan de una serie de aletas angulares montadas en un eje central que están conectadas por un eje a un generador, este generador transforma la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica. Este generador está conectado a un transformador el cual se encarga de suministrar la energía eléctrica a través de la red eléctrica.

Energía Geotérmica

El proceso para generar energía eléctrica a través de energía geotérmica comienza con la perforación de pozos que producen vapor y agua caliente que sobrepasan los 150 grados Celsius (Energías como bienes comunes, 2012), en estos pozos se inyecta agua fría para que genere vapor, se extrae el vapor y el agua caliente a través de tuberías que conectan a un separador, el cual se encarga de separar el vapor del agua caliente, el vapor viaja a través de otras tuberías que llegan a las turbinas, las cuales giran gracias a la presión del vapor, estas turbinas están conectadas a un generador el cual es el encargado de generar la energía eléctrica, la cual se suministra a la red eléctrica. El vapor utilizado para mover las turbinas pasa a un condensador, en este se inyecta agua fría la cual se encarga de transformar el vapor en agua caliente, el agua caliente que queda en el condensador es enviada a una torre de enfriamiento, en la que se enfría para luego inyectarla de regreso a los pozos. De esta forma se completa el ciclo.

2.2.2.4. Generación de electricidad por medios Fotovoltaicos.

Los paneles o módulos fotovoltaicos son llamados comúnmente paneles solares, están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos denominándose energía solar fotovoltaica. El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la

potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m²
- Temperatura de célula de 25 °C (no temperatura ambiente)

Los paneles fotovoltaicos se dividen en:

- **Cristalinas**
 - **Monocristalinas:** se componen de secciones de un único cristal de silicio (Si) (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los 4 lados cortos).
 - **Policristalinas:** cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
- **Amorfos:** cuando el silicio no se ha cristalizado.

2.2.3. Etapa de elevación de tensión

La etapa de elevación de la tensión es la sucesora a la de generación de energía y su importancia radica en la transmisión de la electricidad, pues, debido a que en su mayoría las plantas generadoras se encuentran localizadas fuera del área donde se sitúan la mayor parte de usuarios, se tienen pérdidas debido a las grandes distancias que debe recorrer la corriente eléctrica. Una elevación en la tensión significa una disminución de la intensidad que circula por las líneas transmisoras, y por tanto, las pérdidas por calentamiento en los conductores y por efectos electromagnéticos disminuyen. Usar tensión alta en la transmisión de la potencia eléctrica tiene como principal ventaja que la intensidad de la corriente es menor, esto produce menor pérdida energética, además, reduce costos en cableado pues a menor corriente los conductores se reducen en área usando así calibres menores.

Para elevar la tensión de salida del generador se utiliza un dispositivo llamado transformador elevador, este se encarga de convertir la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión en energía alterna de otro nivel de alta tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. Las bobinas o devanados se denominan primario y secundario según correspondan a la entrada o salida.

La relación de transformación indica el aumento o decremento que sufre el valor de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada, esto quiere decir, la relación entre la tensión de salida y la de entrada. La relación entre la fuerza electromotriz inductora (**E_p**), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz inducida (**E_s**), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (**N_p**) y secundario (**N_s**), según la ecuación:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Figura 2.12. Formula de proporción entre voltaje y número de espiras entre primario y secundario.
Fuente: Propia

La **relación de transformación (m)** de la tensión entre el bobinado primario y el bobinado secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = m$$

Figura 2.13. Formula de proporción entre primario y secundario en relación a transformación.
Fuente: Propia

Dónde: (**V_p**) es la tensión en el devanado primario o tensión de entrada, (**V_s**) es la tensión en el devanado secundario o tensión de salida, (**I_p**) es la corriente en el devanado primario o corriente de entrada, e (**I_s**) es la corriente en el devanado secundario o corriente de salida.

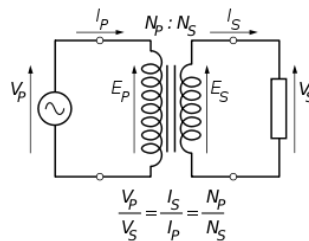


Figura 2.14. Símbolo de transformador.
Fuente: (Wikipedia, 2014)

Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas

por el efecto Joule y se minimiza el costo de los conductores. Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230 voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama relación de vueltas del transformador o relación de transformación. Ahora bien, como la potencia eléctrica aplicada en el primario, en caso de un transformador ideal, debe ser igual a la obtenida en el secundario:

$$P_1 = P_2$$
$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

Figura 2.15. Relación de potencias entre primario y secundario
Fuente: Propia

El producto de la diferencia de potencial por la intensidad (potencia) debe ser constante, con lo que en el caso del ejemplo, si la intensidad circulante por el primario es de 10 amperios, la del secundario será de solo 0,1 amperios (una centésima parte).

2.2.4. Etapa de transporte de energía

Las líneas de alta tensión son las de mayor tensión en un sistema eléctrico, las de mayor longitud y las que manipulan los mayores bloques de potencia. Enlazan entre sí desde la generación a los centros de transformación. Su función es intercambiar energía entre regiones, por lo que, la transferencia de potencia puede ser en ambos sentidos. Un aumento de tensión significa una disminución de la intensidad que circula por la línea, para transportar la misma potencia, y por tanto, las pérdidas por calentamiento de los conductores y por efectos electromagnéticos, como ya antes se explicó. Las líneas de alta tensión se clasifican de la siguiente manera:

- Líneas de 3ª categoría
 - Tensión nominal: Superior a 1.000 e igual o inferior a 30.000 voltios.
 - Usos: Distribución y generación.
- Líneas de 2ª categoría
 - Tensión nominal: Superior a 30.000 e igual o inferior 66.000 voltios.

- Usos: Transporte.
- Líneas de 1ª categoría
 - Tensión nominal: Superior a/o 66.000 e inferior a 220.000 voltios.
 - Usos: Transporte a grandes distancias.
- Líneas de categoría especial
 - Tensión nominal: Igual o superior a 220.000 voltios.
 - Usos: Transporte a grandes distancias.

Estas líneas de transmisión también pueden ser clasificadas en dos tipos según su ubicación física:

- Aéreas: Los conductores se mantienen a una cierta altura del suelo. Son más económicas de instalar que las subterráneas, pero son menos fiables y necesitan más mantenimiento por estar sometidas permanentemente a los cambios meteorológicos (viento, lluvia, nieve, etc.)
- Subterráneas: Los conductores van enterrados bajo tierra dentro de canales. Tienen un elevado coste de instalación, pero son las más fiables y tienen un mantenimiento menor que las aéreas. Normalmente, las líneas de transporte y las líneas de distribución primaria son aéreas, y las líneas de distribución secundarias, subterráneas.

2.2.5. Etapa de transformación de tensión

La tensión que llega a las acometidas de los centros de carga depende del uso del aparato a energizar, la potencia requerida, la corriente de trabajo de los componentes de dicho centro, entre otros y por tal razón es necesario bajar la tensión de las subestaciones a la tensión apropiada para cada usuario, pues, en cada lugar donde se necesita energía eléctrica siempre se encuentra un aparato que trabaja a un voltaje y una potencia establecida por el fabricante, es aquí, donde los bancos de transformadores cumplen su función suministrando dichas condiciones de trabajo. La función de disminuir la tensión de entrada a las acometidas es mediante los transformadores reductores.

Los transformadores reductores son los encargados de hacer que una tensión de entrada a estos tenga una disminución a su salida mediante el principio de inducción electromagnética, para este fin se utilizan transformadores como el presentado en la figura.

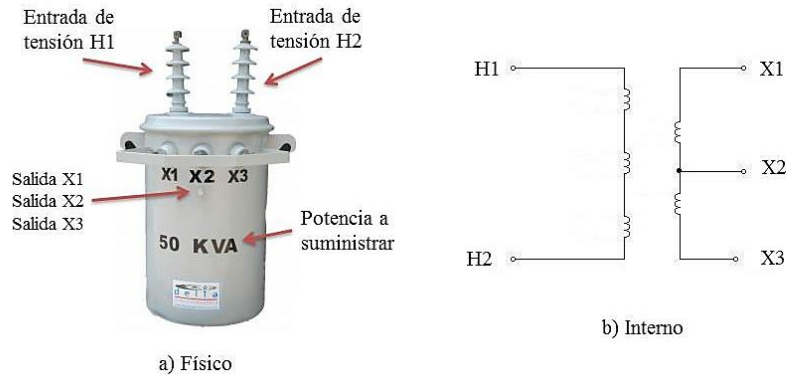


Figura 2.16. Transformador monofásico.

a) Visualización física de un transformador. b) Visualización del circuito de un transformador.
Fuente: Propia

Este tipo de transformadores es común verlos en postes y en subestaciones de energía eléctrica, este aparato tiene formas determinadas en su conexión las cuales dependen de las características de las cargas que serán alimentadas, en tal forma, se presentan los tipos de conexión de los transformadores monofásicos, utilizando tres transformadores P, R y Q con devanados primarios H1 y H2, y devanados secundarios X1 y X2, se tiene las siguientes configuraciones:

2.2.5.1. Conexión Delta-Y

Cuando los transformadores se conectan en delta-Y, los tres devanados primarios H1 y H2 se conectan como se muestra en la figura, donde H2 se conecta a la H1 del transformador siguiente y los devanados secundarios se conectan de modo que todas las terminales X2 queden unidas entre sí, lo que crea un neutro común N. En este tipo de conexión, el voltaje a través de cada devanado primario es igual al voltaje de línea entrante. Sin embargo, el voltaje de línea saliente es tres veces el voltaje secundario a través de cada transformador.

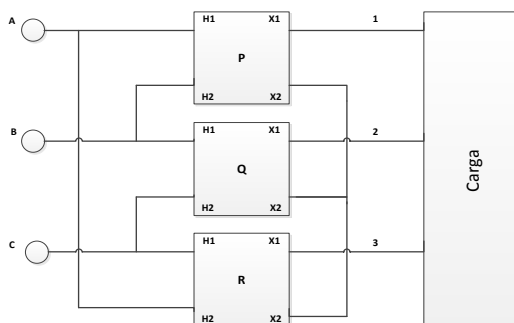


Figura 2.17. Esquema de conexión de transformadores monofásicos Delta-Y
Fuente: (Wildi, 2007)

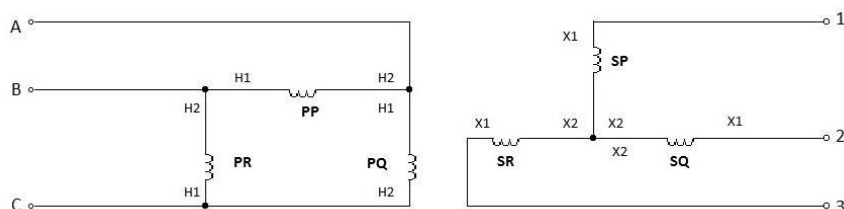


Figura 2.18. Conexión de transformadores monofásicos Delta-Y
Fuente: (Wildi, 2007)

Así pues, las corrientes de línea en las fases A, B y C son $\sqrt{3}$ veces las corrientes en los devanados primarios. Las corrientes de línea en las fases 1, 2, 3 son iguales a las corrientes en los devanados secundarios. Una conexión delta-Y produce un desplazamiento de fase de 30° entre los voltajes de línea de las líneas de transmisión entrantes y salientes. De este modo, el voltaje de línea saliente 1-2 está adelantado 30° respecto al voltaje de línea entrante A-B. Si la línea saliente alimenta un grupo aislado de cargas, el desplazamiento de fase no causa ningún problema. Pero si la línea saliente se tiene que conectar en paralelo con una línea proveniente de otra fuente, el desplazamiento de fase de 30° puede hacer que la conexión en paralelo sea imposible, aun cuando los voltajes de línea sean idénticos. Una de las ventajas importantes de la conexión en Y es que reduce la cantidad de aislamiento requerido en el interior del transformador. El devanado de alto voltaje tiene que ser aislado sólo para $1\sqrt{3}$ o 58 por ciento del voltaje de línea.

2.2.5.2. Conexión Y-Y

Cuando se conectan transformadores en Y-Y, se tienen que tomar precauciones especiales para evitar la distorsión severa de los voltajes de línea a neutro. Una forma de evitar la distorsión es conectar el neutro del primario al neutro de la fuente, generalmente por medio de la tierra. Otra forma es proporcionar un tercer devanado a cada transformador, llamado devanado terciario. Los devanados terciarios de los tres transformadores se conectan en delta. A menudo suministran el voltaje de servicio a la subestación donde los transformadores están instalados. En esta configuración no existe desplazamiento de fase entre los voltajes de línea de transmisión entrantes y salientes de un transformador conectado en Y-Y.

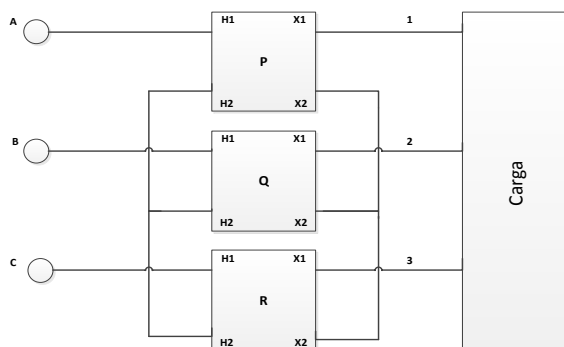


Figura 2.19. Esquema de conexión de transformadores monofásicos Delta-Y
Fuente: (Wildi, 2007)

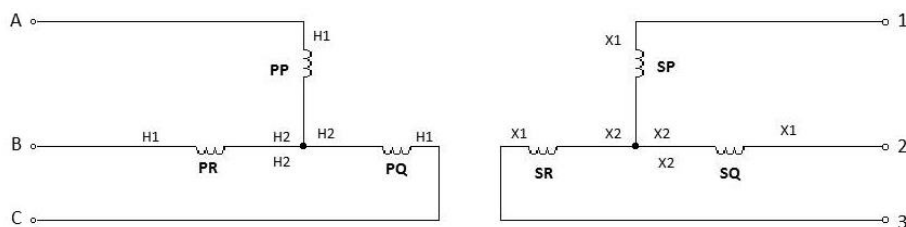


Figura 2.20. Conexión de transformadores monofásicos Delta-Y
Fuente: (Wildi, 2007)

El tipo de configuración de los transformadores depende del tipo de carga que se tendrá que alimentar, y por esta razón se tiene diferentes tipos de sistemas de servicio de la electricidad en las acometidas de los usuarios las cuales se especifican.

Sistema bifilar monofásico

Este sistema de distribución consiste de una única fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma, a esta fase la acompaña la línea de neutro. La distribución monofásica se suele usar cuando las cargas deben ser alimentadas con un voltaje de entre 110 a 120 voltios alternos a frecuencia de 50 o 60 Hercios dependiendo de la región.

Sistema trifilar monofásico

Este sistema consiste en dos líneas y un neutro, el cual es equivalente a dos circuitos monofásicos donde la diferencia de tensión entre fases es aproximadamente entre 208 a 220 voltios alternos a 60 Hercios.

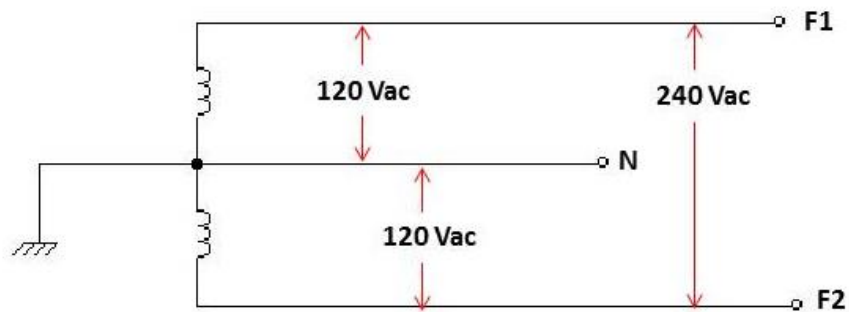


Figura 2.21. Sistema trifilar monofásico
Fuente: Propia

Sistema trifásico 4 hilos

Esta provee alimentación de entre 110 a 120 igual que el monofásico en tres líneas con respecto al neutro, y entre ellos su tensión es 208 o 240 voltios dependiendo la configuración de los transformadores a 60 Hercios.

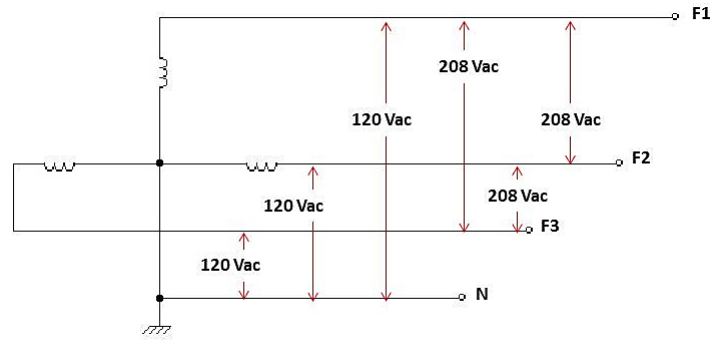


Figura 2.22. Sistema Trifásico 4 hilos salida Estrella
Fuente: Propia

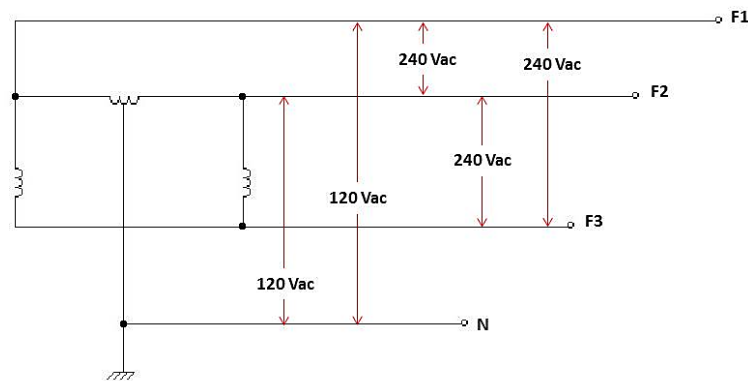


Figura 2.23. Sistema Trifásico 4 hilos salida Delta
Fuente: Propia

2.2.5.3. Potencia de transformadores

Los transformadores de los que se ha hecho referencia son de tipo monofásico, poseen una potencia máxima que pueden proporcionar ante una carga eléctrica conectada a ellos en su salida, no importando el tipo de configuración que se tengan, esta potencia se denomina potencia instalada. La potencia instalada es la sumatoria algebraica de las potencias individuales de cada transformador conectado o de un transformador que está solo, esta potencia debe ser mayor a la carga instalada; para el caso donde la carga es mayor que la potencia instalada se puede decir que el sistema está sobrecargado. La sobrecarga es el caso donde sumatoria de las potencias de trabajo de todos los aparatos eléctricos y electrónicos que representan la carga instalada sobrepasa a la potencia que el transformador o los

transformadores conectados puede proporcionar. Para fines del estudio se denominará a un grupo de transformadores conectados entre sí como banco de transformadores.

2.2.6. Etapa de servicio al usuario

Los usuarios de la energía eléctrica son quienes la utilizan en distintas actividades que van desde un hogar para ver un programa de tv, hasta, las grandes fábricas para alimentar sus máquinas y realizar procesos productivos, esto representa para las empresas distribuidoras y generadoras una cantidad de consumo de energía eléctrica que debe ser surtido. El consumo para un usuario es el número de kilowatts hora utilizados para que funcione un aparato eléctrico durante un tiempo. Todo equipo eléctrico trabaja a una potencia establecida en Watts, y dicho valor se encuentra indicado por el fabricante en la etiqueta de datos técnicos. Para casos en que los datos técnicos indican el valor del voltaje de operación y la corriente eléctrica del equipo en amperios el valor de la potencia eléctrica puede calcularse aproximadamente, usando la siguiente formula:

$$\text{Potencia eléctrica (W)} = \text{Voltaje (V)} \times \text{Corriente eléctrica (A)}$$

Dónde:

- Potencia eléctrica en Vatios (W)
- Voltaje en voltios (V)
- Corriente eléctrica en amperios (A)

Cuando el equipo es energizado, una cantidad de corriente fluye a través de este utilizando un potencial para tal fin y con esto se produce un consumo de energía el cual depende del tiempo de uso.

$$\text{Energía Eléctrica} = \text{Potencia Eléctrica (W)} * \text{tiempo de uso en horas (h)}$$

$$\text{Energía Eléctrica consumida (Watts por hora)} = \text{Wh}$$

2.2.6.1. Carga de usuarios

Los usuarios de las empresas distribuidoras y generadoras tienen aparatos eléctricos para los cuales necesitan utilizar el recurso energético, a estos aparatos se le denomina carga instalada, que es la suma de todas las cargas conectadas a la red. Estas cargas son todos aquellos aparatos eléctricos y electrónicos entre los que se encuentran:

- Carga por iluminación: que comprende todos aquellos aparatos que convierten la energía eléctrica en lumínica.
- Carga por equipo de ofimática: Son aquellas cargas instaladas como el caso de equipo de oficina como computadoras, monitores y periféricos de estos.
- Cargas por climatización: Son las cargas instaladas que se dedican al cambio de la energía eléctrica a energía térmica teniendo, estos pueden ser aquellos que bajan la temperatura de un espacio o que lo elevan.
- Cargas por equipos industriales: este tipo de carga se enfoca a las empresas que poseen equipo que es utilizado en un proceso productivo, transformación de materiales, entre otros.
- Carga por Equipos especiales: son aquellos aparatos eléctricos o electrónicos cuyo fin de funcionamiento son muy precisos para la actividad que les se creó, como: el equipo de laboratorio, y otras maquinarias.

Las interconexiones entre cargas y una fuente de energía se le denomina circuito eléctrico, es la serie de conexiones que se realizan para que un flujo de electrones puede correr a través de una o varias cargas. El circuito eléctrico consiste en una fuente de energía eléctrica, ya sea, de corriente alterna o directa, en los conductores de corriente eléctrica que pueden ser de diversos materiales según la naturaleza del circuito y en una o varias cargas eléctricas que se desea energizar, sumado con un centro de control del flujo de electrones (un switch, por ejemplo) que puede variar de capacidad, forma y tipo de mecanismo de accionamiento según el circuito.

La instalación y funcionamiento de las cargas antes mencionadas, ya sean, cargas puras o de tipo combinadas pueden conectarse según las siguientes configuraciones.

- Conexión en serie: en este tipo de conexión de cargas la principal característica es que una carga 1 está directamente conectada a la red mientras que la entrada otra carga 2 está conectada a la salida de la carga 1. Con esto, para la carga 2 el nivel de voltaje es menor que para la carga 1.
- Conexión en Paralelo: Para la conexión en paralelo su característica es que las entradas y salidas de las cargas son comunes entre sí, teniendo así un mismo nivel de voltaje entre sus puntos.

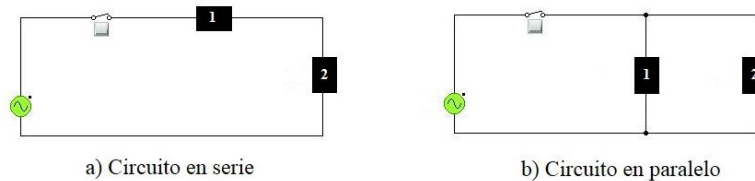


Figura 2.24. Configuraciones de circuitos. a) Circuito en serie. b) Circuito en paralelo
Fuente: Propia

La conexión en serie o en paralelo depende del tipo de carga y de las características de funcionamiento que debe cumplir dicho circuito. Entre los tipos de cargas tenemos

Carga resistivas

Un resistor es un mecanismo que resiste el flujo de la electricidad. Al hacerlo, parte de la energía eléctrica es disipada como calor. (Electromecánica ITH, 2013). Dos cargas comunes resistivas son los bulbos de luz incandescente y los calentadores eléctricos. La resistencia de signo R es medida en ohms. Un bulbo de luz incandescente produce luz al pasar corriente eléctrica a través de un filamento en un vacío. La resistencia del filamento causa que se caliente y la energía eléctrica es convertida en energía luminosa. Los calentadores eléctricos trabajan de la misma manera, excepto que, ellos producen un poco luz, si acaso. La corriente eléctrica y el voltaje en una carga resistiva están "en fase" uno con otro. Como el voltaje se eleva o cae, la corriente también se eleva y cae con éste. Para la corriente alterna este tipo de carga en su estado puro, hace que la onda de la corriente y la tensión se comporten de manera tal que están en fase como ya se había mencionado, en la figura 2.19 se muestra que las dos son justas y no se tiene ningún ángulo entre ellas.

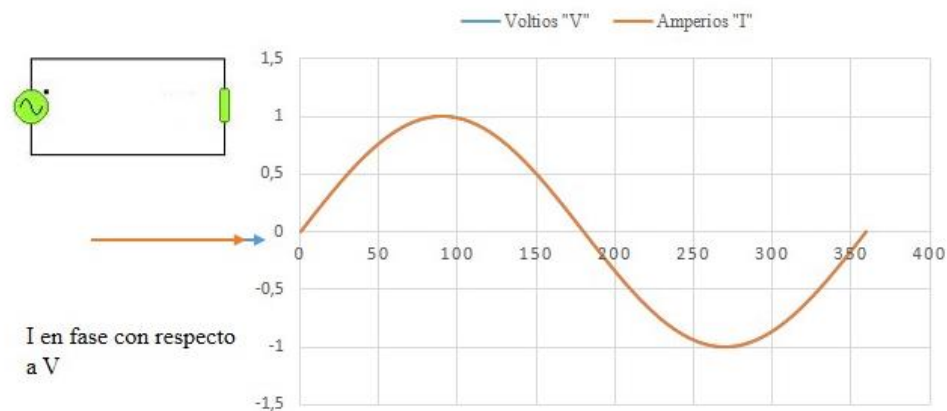


Figura 2.25. Comportamiento de corriente y voltaje en carga resistiva
Fuente propia

Cargas capacitivas

Un capacitor almacena energía eléctrica. Las dos superficies conductoras están separadas por un aislante no conductor. Cuando una corriente eléctrica es aplicada a un capacitor, los electrones de la corriente se acumulan en la placa adjunta de la terminal a la cual es aplicada la corriente eléctrica. Cuando la corriente es retirada, los electrones fluirán de regreso a través del circuito para alcanzar la otra terminal del capacitor. Los capacitores son utilizados en motores eléctricos, radio circuitos, fuentes de poder y muchos otros circuitos. La capacidad de un capacitor para almacenar energía eléctrica es llamada capacitancia de signo C. La unidad principal de medida es el faradio, pero, la mayoría de los capacitores están medidos en microfaradios. La corriente lleva el voltaje de un capacitor. El voltaje a través de las terminales comienza a cero voltios mientras la corriente está a su máximo. A medida que la carga se desarrolla en la placa del capacitor, el voltaje se eleva y la corriente cae. A medida que un capacitor se descarga, la corriente se eleva y el voltaje cae. En cuanto al comportamiento en las ondas de corriente alterna para una carga capacitiva pura, ésta causa un adelanto de la onda de corriente con respecto a la de la tensión, por lo que, puede decirse que se tiene un desfase entre estas, la figura 2.20 muestra cómo es que se da este fenómeno con este tipo de carga.

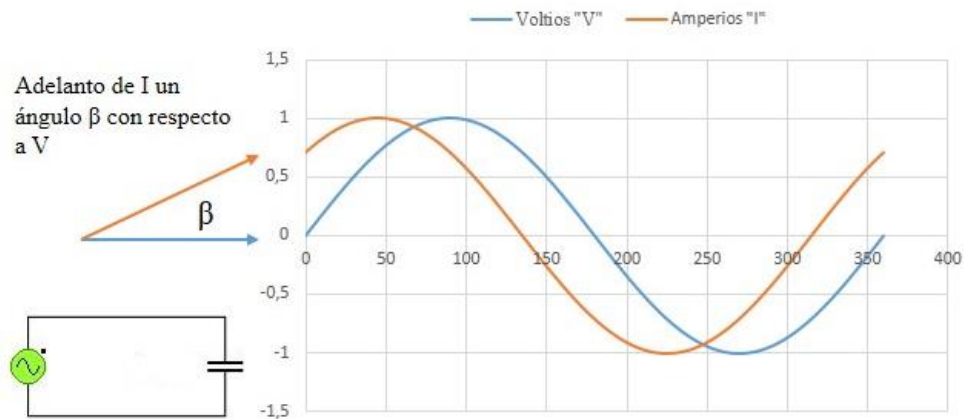


Figura 2.26. Comportamiento de corriente y voltaje en carga capacitiva
Fuente propia

Cargas inductivas

Un inductor puede ser cualquier material conductor. Cuando un cambio de corriente pasa a través de un inductor, éste induce un campo magnético variable alrededor de sí mismo. Girando el inductor en una bobina incrementa el campo magnético. Un principio similar ocurre cuando un conductor es colocado en un campo magnético cambiante. El campo magnético induce una corriente eléctrica en el conductor. Ejemplos de cargas inductivas incluyen transformadores, motores eléctricos y bobinas. Dos series de campos magnéticos opuestos uno con otro en un motor eléctrico, fuerzan al árbol del motor para que gire. Un transformador tiene dos inductores, uno primario y uno secundario. El campo magnético en el devanado primario induce una corriente eléctrica en el devanado secundario. Una bobina almacena energía en un campo magnético que induce cuando un cambio de corriente pasa a través de éste y libera la energía cuando la corriente es retirada. La inductancia (L) es medida en henrios. El cambio de voltaje y corriente en un inductor están fuera de fase. A medida que la corriente se eleva al máximo, el voltaje cae. El caso del comportamiento de las ondas seno de la corriente y la tensión, para una carga pura de tipo inductiva se presenta un retraso en la onda de la corriente produciéndose un ángulo de desfase entre ellas tal como se muestra en la figura 2.21.

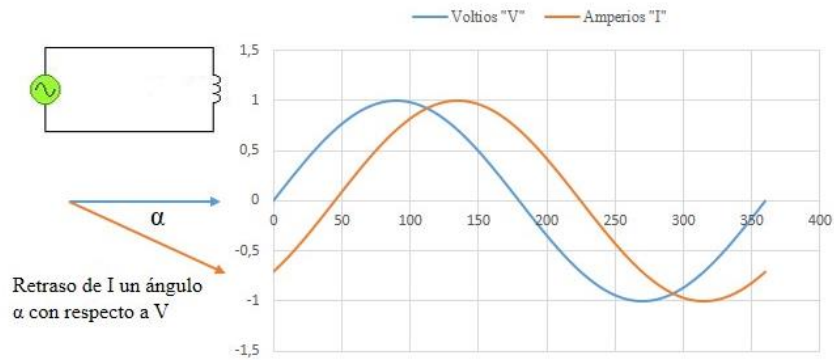


Figura 2.27. Comportamiento de corriente y voltaje en carga inductiva
Fuente propia

Cargas combinadas

Todos los conductores tienen alguna resistencia bajo condiciones normales y también exhiben influencias inductivas y capacitivas, pero, esas pequeñas influencias son generalmente despreciadas para fines prácticos. Otras cargas hacen uso de varias combinaciones de inductores, capacitores y resistores para llevar a cabo funciones específicas. El condensador eléctrico de un radio, utiliza inductores variables o capacitores en combinación con un resistor para filtrar un rango de frecuencias mientras permite sólo una banda estrecha pasar a través del resto del circuito. Un tubo de rayos catódicos en un monitor o televisor, utiliza inductores, resistores y la capacitancia inherente del tubo para controlar y desplegar una imagen en las cubiertas de fósforo del tubo. Los motores de una fase, con frecuencia utilizan capacitores para ayudar al motor durante el encendido y la marcha. El capacitor de inicio provee una fase adicional de voltaje al motor a partir de que éste cambia la corriente y voltaje fuera de fase recíprocamente.

De las influencias de las diferentes tipos de cargas en un circuito eléctrico puede recalcar un tema que tiene que ver con el comportamiento de las ondas de corriente y voltaje, este tema es el denominado Factor de Potencia.

2.2.6.2. Factor de Potencia

El índice de factor de potencia define la calidad en el uso del suministro del servicio de electricidad por parte de la institución contratante. Cada país define el valor mínimo de este índice siendo en El Salvador de 0.900, si se sobrepasa este valor mínimo, la institución contratante del servicio eléctrico es multada por la empresa proveedora pagando un porcentaje sobre el costo de la energía por cada centésima que debajo de este valor mínimo.

Causa de bajo factor de potencia

El factor de potencia bajo se causa normalmente por la presencia de cargas reactivas, como los condensadores o inductores. Algunos ejemplos típicos de circuitos que contienen cargas inductivas o elementos capacitivos son los motores, los transformadores y los sistemas de iluminación. Las corrientes de armónicos son otros elementos que contribuyen a factores de potencia bajos. Se tratan de corrientes que se reflejan en el sistema y están presentes en la corriente de carga, pero no en la tensión. Las corrientes de armónicos no contribuyen en nada al sistema de alimentación, pero, pueden disminuir el factor de potencia, las únicas cargas que no introducen corrientes de armónicos son puramente resistivas, como la de los calentadores o las lámparas incandescentes.

La potencia reactiva es otro componente que colabora a producir factores de potencia bajos. Presente en el sistema de distribución eléctrica, pero no genera ningún trabajo útil. La causa más común de potencia reactiva es la inductancia de los motores y es mayor cuando estos motores no trabajan a su capacidad recomendada.

Problemas por bajo Factor de Potencia

Para una potencia constante, la cantidad de corriente de la red se incrementa en la medida que el factor de potencia disminuye, por ejemplo, con un factor de potencia igual a 0.5, la cantidad de corriente será dos veces la corriente útil, en cambio para un factor de potencia igual a 0.9 la cantidad de corriente será de 10% más alta que la corriente útil. Esto significa que a bajos factores de potencia, los transformadores y cables de distribución pueden sobrecargarse y también que las pérdidas en ellos se incrementan, afectando a la red tanto en el alto como en el bajo voltaje. Otros factores que afectan un bajo factor de potencia se deben principalmente por los siguientes puntos:

- Aumento de las pérdidas por efecto Joule, las cuales son en función de la corriente, estas pérdidas se manifestarán en:
 - Los cables entre medidor y el usuario.
 - Los embobinados de los transformadores de distribución.
 - Dispositivos de operación y protección.
- Un incremento en la caída de voltaje resultando en un suministro inadecuado en las cargas y esta caída de voltaje afecta a:
 - Los embobinados de los transformadores de distribución.
 - Los cables de alimentación.
 - Sistemas de protección y control.
- Estas pérdidas afectan al productor y distribuidor de energía eléctrica, por lo que se penaliza al usuario.

Clasificación de usuarios

Por el nivel de demanda, se considerarán tres categorías de tarifas:

- Pequeña Demanda: Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es menor o igual que 10 kilovatios (kW)
- Mediana Demanda: Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es mayor que 10 kW y menor o igual que 50 kW.
- Gran Demanda: Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es superior a 50 kW.

Por las características del consumo, se considerarán tres categorías de tarifas:

- Categoría de Tarifa Residencial: Corresponde al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los consumidores, es decir, dentro de la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. También se incluye a los consumidores de escasos recursos y bajos consumos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.

- Categoría General: Servicio eléctrico destinado a los consumidores en actividades diferentes a la categoría residencial y básicamente comprende el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.
- Categoría Alumbrado Público: Se aplica a los consumos destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control del tránsito.

Por el nivel de tensión, existen tres grupos:

- Grupo Nivel de Baja Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.
- Grupo Nivel de Media Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 KV. Dentro de este grupo, se incluyen los consumidores que se conectan a la red a través de Transformadores de Distribución de su propiedad o de la empresa de distribución, para su uso exclusivo.
- Grupo Nivel de Alta Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 40 KV y asociados con la sub transmisión.

Dependiendo de la anterior clasificación las distribuidoras hacen referencia a los tipos de clientes que se posee en su cartera y el cobro del servicio a éstos también depende de la clasificación anterior. Las empresas que se encargan de la distribución de la electricidad en el país, identifican a un usuario con dos números de identificación única:

- Número de Identificación de Contrato (NIC): Es el número con el que identifica a un usuario en el momento de hacer cualquier trámite con una empresa distribuidora
- Número de Identificación del Servicio (NIS): Es el número de registro del contrato del servicio brindado al usuario el cual sirve para la obtención de información del consumo.

2.2.6.3. Modo de facturación del servicio de electricidad

Cada mes la empresa distribuidora de energía eléctrica lleva a cada usuario la factura que refleja el costo que debe pagar en concepto por servicio eléctrico, dicho costo depende

de muchos factores que van ligados al uso del recurso por parte del usuario, así, como de impuestos que dependen de la municipalidad local. A continuación se presenta como se obtiene el valor a pagar a la empresa distribuidora según el tipo de servicio prestado al cliente. Se describe la forma de calcular la factura eléctrica para un cliente tipo residencial común en la mayoría de hogares y la forma de calcular la factura para un cliente tipo industrial común en clientes de grandes instituciones, comercios, entre otros. Se debe tener claro algunos conceptos que son importantes para una mejor comprensión de este tema, éstos son:

- *Periodo de facturación:* Periodo (días y mes) por el que se está facturando el consumo de energía eléctrica.
- *Consumo KWh:* Es la energía consumida y registrada por el medidor, de acuerdo a las horas de uso de los aparatos eléctricos, dentro del periodo de facturación.
- *Cargo de Distribución:* Son aquellos pagos que se le hacen a la distribuidora para operar y mantener las redes, así como para realizar las inversiones necesarias para prestar el servicio al usuario final.
- *Cargo de Comercialización* Es un cargo fijo mensual que comprende los costos de: Atención al cliente, Emisión y Notificación de facturas y otros servicios relacionados con la atención al cliente.
- *Tarifa: El tipo de factura:* esta puede ser residencial, gubernamental, industrial, etc.

➤ **Facturación para cliente residencial**

La factura residencial esencialmente se divide en dos tipos de costos que deben pagarse, uno de ellos es el que está ligado totalmente al consumo de energía medido en kilowatts-hora y el otro es costo que se debe pagar por impuestos y otros recargos. Se presenta el proceso de cálculo de la factura residencial.

Facturación de consumo y tarifa eléctrica para cliente residencial

La siguiente figura muestra un segmento de la factura física enviada al cliente de tipo residencial por AES-CLESA, los números con rojo resaltan aspectos importantes para el cálculo del consumo de energía en la tarifa residencial.

TARIFA APLICADA			LECTURA		MEDIDOR INSTALADO			MEDIDOR LEVANTADO			
INICIO	14/10/2011	14/10/2011	TIPOS		LECTURAS			LECTURAS			
FINAL	14/11/2011	14/11/2011	SIN HORARIO		ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO	
ENERGIA	0.182791	0.183679			24466.00	24331.00	135.00				
PUNTA	0.000000	0.000000			②						
VALLE	0.000000	0.000000									
RESTO	0.000000	0.000000									
DEMANDA	0.000000	0.000000									
			①								
DATOS DEL SUMINISTRO					CAPACIDAD DEL SUMINISTRO						
CALCULO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO.	MEDI% PER TRANSF	Potencia Demandada			10.00 KW			
Energía BI	00742034	1.00	KWH	0.00	Demanda facturada			10.00 KW			
					Capacidad leída			0.00 Kw			
								③			
								④			

Figura 2.28. Costos y consumos mensuales
Fuente: AES CLESA

El recuadro extraído de una factura muestra 4 puntos importantes a describir los cuales se presentan:

- Punto 1 “Precio de Energía y Demanda”: Este es el costo del kwh para la tarifa residencial, su valor es estimado por la SIGET, institución encargada de regular el precio de la energía para las empresas distribuidoras. El precio varía según el consumo del cliente en los límites de 100 y 200 kwh.
- Punto 2 “Lectura de Medidor”: Es la lectura de la energía que se ha consumido por el usuario en un mes en kwh, ésta se calcula restando lo consumido el mes actual a lo consumido el mes anterior.
- Punto 3: Representa la potencia de demanda limite de 10.00 kwh, arriba de este valor se multa al usuario o se realiza un cambio de tarifa.
- Punto 4: Es la pérdida en transformadores, pero, en este tipo de tarifa no se toma a consideración.

Procedimiento de cálculo de costo por consumo eléctrico

Para mejor comprensión se muestra el siguiente ejemplo donde se calcula el costo por consumo de la factura mostrada en la figura 2.22:

Potencia consumida

$$\text{Potencia consumida} = \text{Lectura actual} - \text{Lectura mes pasado}$$

$$\text{Potencia consumida} = 24,466.00 - 24331.00$$

Potencia consumida = 135.00 kwh.

Para este caso, el valor de 135.00 kwh indica que se sobrepasa el límite de 100 kwh, por tanto, debe aplicarse dos costos al kwh consumido, el primero para los primeros 100 kwh y el otro para los 35 kwh restantes

Costo por consumo

Pago Consumo = (Consumo abajo de 100 kwh * Costo del kwh abajo de 100 consumidos)
+ (Consumo arriba de 100 kwh * Costo del kwh arriba de 100 consumidos)

Por fines del ejemplo se usaran los siguientes costos para el kwh de energía eléctrica

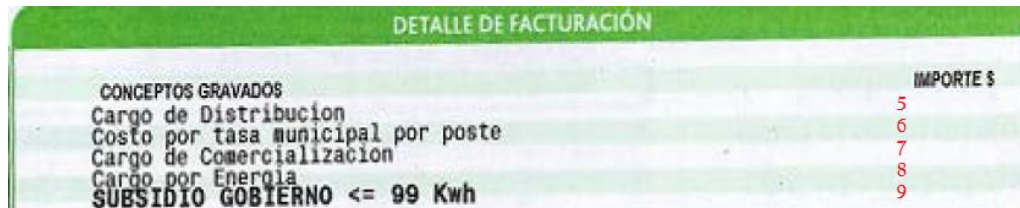
- Para menos de 100 kwh = \$ 0.183679/kwh
- Para más de 100 kwh = \$ 0.182791/kwh

Pago Consumo = (100 kwh * \$0.183679/kwh) + (35 kwh * \$0.182791/kwh)

Pago Consumo = \$24.77

Otros pagos por recargas e impuestos

Entre otros costos que deben pagarse por el usuario están los que detalla el recuadro de la figura 2.23



DETALLE DE FACTURACIÓN	
CONCEPTOS GRAVADOS	IMPORTE \$
Cargo de Distribucion	5
Costo por tasa municipal por poste	6
Cargo de Comercializacion	7
Cargo por Energia	8
SUBSIDIO GOBIERNO <= 99 Kwh	9

Figura 2.29. Pagos por recargas e impuestos
Fuente: AES-CLESA

- Punto 5 “Costos por cargo de distribución de Potencia”: es el costo que se paga en torno a lo que hace la empresa para el mantenimiento de la red y del buen servicio eléctrico, su valor varía en el tiempo según lo establecido por el SIGET. Para esta tarifa el cargo depende de la cantidad de energía consumida. Se tiene dos precios, uno para menos de 100 kwh y otro para el consumo excedente a los 100 kwh
- Punto 6 “Tasa municipal”: Corresponde al cobro efectuado por la municipalidad en concepto de uso del espacio público por los postes propiedad de los distribuidores: el

costo que se incluye en la factura depende de la tasa que cada Municipalidad cobra por poste instalado en el municipio, el monto cobrado por la Municipalidad se distribuye en la totalidad de usuarios del municipio.

- Punto 7 “Cargo de Comercialización”: este es un costo adicional que es establecido por la SIGET.
- Punto 8 “Cargo por energía”: Es el que se paga por el consumo de energía eléctrica.
- Punto 9 “Subsidio Gobierno”: este es un costo asumido por el gobierno en el pago de la Factura, aplica para valores iguales o menores a los 99 kwh.

El cálculo de estos puntos se presenta según el ejemplo

Cargo distribución = (Consumo abajo de 100 kwh * Costo del kwh abajo de 100 consumidos)
+ (Consumo arriba de 100 kwh*Costo del kwh arriba de 100 consumidos)

Para cuestiones del ejemplo se usan los siguientes costos de cargo por distribución:

- Para menos de 100 kwh = \$ 0.023168
- Para más de 100 kwh = \$ 0.040409

Cargo por distribución = $(100.0 * \$ 0.023168) + (35.0 * \$ 0.040409)$

Cargo por distribución = \$ 1.41

Tasa municipal por Poste: Dependerá de la Alcaldía = **\$0.32**

Cargo de Comercialización: Monto fijo establecido por la SIGET. Actualmente = **\$ 0.81**

El pago total por este ejemplo es de 26.5 + IVA

➤ **Facturación para cliente general**

La facturación para la tarifa general es diferente a la residencial en ciertos aspectos y en torno a esto se presenta una descripción seguido de un ejemplo.

TARIFA APLICADA				LECTURA		MEDIDOR INSTALADO			MEDIDOR LEVANTADO			
INICIO	19/05/2012	19/05/2012	19/05/2012	19/05/2012	TIPOS		LECTURAS			LECTURAS		
FINAL	19/06/2012	19/06/2012	19/06/2012	19/06/2012	HORA PUNTA (18:00-22:59H)	1	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO
ENERGIA	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	HORA VALLE (23:00-04:59H)		180.90	171.60	755.16			
PUNTA	0.000000	0.000000	0.000000	0.190307	HORA RESTO (05:00-17:59H)		201.90	191.20	868.84			
VALLE	0.185534	0.000000	0.000000	0.000000	DEMANDA		1150.50	1086.00	5237.40			
RESTO	0.000000	0.000000	0.192193	0.000000	FACTOR DE POTENCIA		0.42	0.43	34.10			
DEMANDA	0.000000	3.488796	0.000000	0.000000			99.60	99.60	99.60			
DATOS DEL SUMINISTRO						CAPACIDAD DEL SUMINISTRO						
CALCULO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO.	MEDI%	PER TRANSF	Potencia Demandada			7600 KW			
Energía Punta MT	95843425	2	80.00	KWH	1.50	Demanda facturada			34.10 KW			
Energía Valle MT	95843425		80.00	KWH	1.50	Capacidad leída			34.10 Kw			
Energía Resto MT	95843425		80.00	KWH	1.50							
Dem. max. MT	95843425		80.00	KW	1.50							

Figura 2.30. Facturación de tarifa general

Fuente: AES-CLESA

Tipos de Tarifas: La clasificación de las tarifas de consumo están divididas en periodos horarios, se detallan a continuación:

- Hora Punta De 06:00 pm a 10:59 pm
- Hora Valle De 11:00 pm a 04:59 am
- Hora Resto De 05:00 am a 05:59 pm

Se establecen estos tres horarios, ya que, hay ciertas horas en las que la demanda es mayor que en otras. Estas fronteras de horas están muy ligadas para el usuario en cuanto al consumo, pues, el precio de la energía es diferente para cada uno. Ya que se tienen establecidos ciertos horarios como lo son punta, resto y valle también se tiene que para estos horarios el valor del kwh es diferente, estos valores van cambiando según los ajustes hechos por la SIGET y las empresas distribuidoras.

- Punto 1 “Lectura de Medidor”: Es la lectura la electricidad consumida en kwh por parte del usuario, esta se calcula restando el consumo del mes actual menos el consumo del mes anterior. A diferencia del servicio residencial se calcula el consumo para los tres horarios (punta, resto y valle). Además en el servicio general se tiene la facturación por demanda de potencia.
- Punto 2 “Datos del suministro”: Multiplicador, el cual es asignado por la empresa distribuidora.
- Punto 3 “Perdidas por transformador”: % perdidas de transformador, este es asignado por la empresa distribuidora.

- Punto 4 “Capacidad del suministro”: Es la demanda facturada en Kw, se calcula multiplicando la lectura actual por el multiplicador por el porcentaje de pérdidas del transformador.

Costos por consumo tarifa general

Cálculo de energía consumida

Para cuestiones de ejemplo se utilizan los valores de la figura 2.24:

Potencia consumida = (Lectura actual – Lectura mes pasado) * Mult. * Perdidas en Transf.

- Multiplicador de dato del suministro = 80
- Multiplicador de porcentaje de pérdida en transformador = 1.015

$$\text{Potencia consumida punta} = (180.9 - 171.6) * 80 * 1.015$$

$$\text{Potencia consumida punta} = \mathbf{755.16 \text{ kwh}}$$

$$\text{Potencia consumida valle} = (201.90 - 191.20) * 80 * 1.015$$

$$\text{Potencia consumida valle} = \mathbf{868.84 \text{ kwh}}$$

$$\text{Potencia consumida resto} = (1150.50 - 1086.00) * 80 * 1.015$$

$$\text{Potencia consumida resto} = \mathbf{5237.40 \text{ kwh}}$$

Calculo de potencia demanda

Demanda = (Lectura actual) * Mult. * Perdidas en Transf.

Para cuestiones de ejemplo se utilizan los valores de la figura 2.24:

- Multiplicador de dato del suministro = 80
- Multiplicador de porcentaje de pérdida en transformador = 1.015

$$\text{Demanda} = (0.42) * (80.00) * (1.015)$$

$$\text{Demanda} = \mathbf{34.10 \text{ kw}}$$

Cálculo de costo por consumo de energía

Costo por consumo = (Potencia consumida)* (Costo del kwh)

Este cálculo debe realizarse en cada uno de los horarios en resto, punta y valle; tomando en cuenta que el costo del kwh para cada uno es diferente. Teniendo seguimiento al ejemplo se tienen los siguientes precios de kwh para cada horario.

Costo por consumo punta = (Potencia consumida en punta)* (Costo del KWh en punta)

Costo por consumo punta = (755.16) * (0.190307)

Costo por consumo punta = \$143.71

Costo por consumo valle = (Potencia consumida en valle)* (Costo del KWh en valle)

Costo por consumo valle = (868.84) * (0.185534)

Costo por consumo valle = \$161.2

Costo por consumo resto = (Potencia consumida en resto)* (Costo del kwh en resto)

Costo por consumo resto = (5,237.4) * (0.192193)

Costo por consumo resto = \$1006.59

Otros costos

Entre otros costos a pagar se presentan los que están en el recuadro de la imagen siguiente:

DETALLE DE FACTURACIÓN	
CONCEPTOS GRAVADOS	IMPORTE \$
Costo por tasa municipal por poste	5
Cargo de Distribucion Potencia	6
Cargo de Comercializacion	7
Cargo por Energia Punta	8
Cargo por Energia Valle	9
Cargo por Energia Resto	10

Figura 2.31. Costos adicionales a la facturación general

Fuente: AES-CLESA

- Punto 5 “Tasa municipal”: Correspondiente a cobros efectuados por la municipalidad en concepto de uso del espacio público por los postes propiedad de los distribuidores: el costo que se incluye en la factura depende de la tasa que cada Municipalidad cobra por poste instalado, el monto cobrado por la Municipalidad se distribuye en la totalidad de usuarios del municipio.
- Punto 6 “Costos por cargo de distribución de Potencia”: es el costo que se paga en torno a lo que hacen las empresas distribuidoras para el mantenimiento de la red y del buen servicio, su valor varia en el tiempo según lo establecido por le SIGET.

- Punto 7 “Cargo de Comercialización”: este es un costo adicional establecido por la SIGET.
- Punto 8, 9, 10 Son los costos por consumo en punta resto y valle

Costos por cargo de distribución de Potencia:

Para el ejemplo se estima un costo de tarifa de \$3.48876

Cargo de distribución de potencia = (Demanda) * (Costo de Tarifa)

Cargo de distribución de potencia = (34.10) * (\$ 3.488796)

Cargo de distribución de potencia = \$118.97

Tasa municipal por Poste: Dependerá de la Alcaldía = **\$0.13**

Cargo de Comercialización: Monto fijo establecido por SIGET. Actualmente = **\$ 11.05**

Costo por violación al índice de factor de potencia

Uno de los cobros que se toma en cuenta en la factura general la multa por factor de potencia (FP), esta representa una penalización en dinero por poseer una FP bajo. Este factor debe estar entre el valor optimo que es 1 y 0.90, pero, si su valor es menor se tiene los siguientes criterios para el cobro de la multa.

- Si el FP es igual o mayor que 0.75 y menor que 0.90, el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.90;
- Si el FP es igual o mayor que 0.60 y menor que 0.75, el cargo por energía será aumentado en 15% más el 2% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.75; y,
- Si el FP fuese inferior a 0.60, el Distribuidor podrá suspender el suministro hasta que el usuario final adecúe sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

Otras multas

Debe tomarse siempre en cuenta que puede haber tipos de multas por incumplimientos del contrato como moras por incumplimiento de pago a tiempo, entre otras.

En finalización del ejemplo el costo a pagar seria:

Costos por consumo + otros costos = \$1441. 65, donde a este debe sumarse multas por factor de potencia, otras multas e IVA.

2.3. Ahorro de energía eléctrica

Ahorrar energía significa reducir el consumo de ésta. Pequeños cambios son los que hacen una gran diferencia, estos pueden realizarse tanto en nuestros hogares como en los centros de trabajo, el simple hecho de apagar los focos que no se estén utilizando en lugares iluminados y desconectar los equipos que no se utilicen ayuda en mucho, obteniéndose beneficios como reducir los gastos de facturación eléctrica, ya que, cada uno de los aparatos eléctricos que utilizamos consumen diferentes cantidades de energía dependiendo de su eficiencia y de la cantidad de tiempo que los utilizemos, de igual forma, se ayuda al medio ambiente, ya que, para generar electricidad supone beneficiarse de fuentes naturales como el carbón, petróleo y gas natural, los cuales son los mayores causantes de contaminación al planeta debido a su combustión. En la parte de la investigación del capítulo 1 se describieron cuatro indicadores del consumo de energía eléctrica que se presume abarcan el problema desde su integralidad, analizando desde diferentes disciplinas la forma de reducir el despilfarro de energía. Estos indicadores son la Cultura Energética, procesos administrativos, tarifa eléctrica; e instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales. Estos brindan un marco conceptual y una guía para resolver el problema de desperdicio de energía en cualquier organización, es por ello, que se describe en los siguientes epígrafes como optimizar cada uno de ellos, buscando que cada indicador se mantenga dentro de la eficiencia energética.

2.3.1. Optimización de la Cultura Energética

Cuando hablamos de cultura energética nos referimos al conjunto de modos de vida, costumbres y conocimientos destinados a promover e implantar hábitos que garanticen el empleo eficiente de la energía eléctrica, nuestro actual modo de vida lleva asociado un enorme despilfarro de energía eléctrica y no porque deseemos tirarla, sino porque, en muchos casos no sabemos cómo evitarlo.

El ahorro en esta área puede ser significativo. Se dice que la energía más barata es la que no se consume, en base a esa idea podemos asegurar que, si se logra una cultura orientada al ahorro de energía eléctrica, con buenas prácticas de consumo, encaminadas a utilizar solo la energía eléctrica necesaria y sensibilizada a concretizar sobre los beneficios económicos, sociales y medioambientales que pueden obtenerse. El ahorro será una realidad. Ahora, que

los recursos que tanto han potenciado nuestro crecimiento en el pasado empiezan a escasear, es cuando cobran protagonismo nuevas disciplinas y nuevos hábitos de vida encaminados a optimizar el uso de la energía eléctrica.

La pregunta es: si, ¿es posible? una Cultura Energética favorable, donde, las tareas y actividades que desarrollan las personas se enfocan a utilizar la energía en forma eficiente, pero, sin sacrificar la calidad en el desarrollo de las actividades, sino, utilizar el mínimo de energía posible para desarrollar las tareas de forma completa. Este tipo de cultura puede ocasionar un ahorro de energía considerable, aunque, modificar la cultura de una organización es muy difícil de materializar, se considera uno de los puntos clave para lograr el uso eficiente de la energía en general y una tarea desafiante que debe comenzarse.

➤ **Descripción de la Cultura Energética**

Para describir la Cultura Energética actual de cualquier organización debe estudiarse desde dos perspectivas. La primera es verificar la existencia de mecanismos formales y normativos en la organización que pretendan inculcar el uso eficiente de la energía, estos pueden ser normas y políticas energéticas; la descripción de la Cultura Energética se enfoca a verificar si las personas de la organización cumplen de manera completa, cumplen de manera parcial o no cumplen con este ideal de políticas. La segunda perspectiva es cuando no existen mecanismos formales y normativos, ahora, la descripción de la Cultura Energética se enfoca en verificar si las personas de la organización utilizan de manera eficiente la energía bajo su propia iniciativa.

La segunda parte para describir la Cultura energética es de forma organizativa. Si existen normativas y políticas, debe verificarse como se encuentra organizada la institución para cumplirlas, que roles y responsabilidades tiene cada individuo, si los roles y responsabilidades se cumplen de manera completa, se cumplen de manera parcial o no se cumplen. Y si no existen normas y políticas energéticas, debe estudiarse que iniciativas informales existen en la institución para promover el uso eficiente de la energía y de parte de que sectores se impulsan.

➤ **Diagnóstico de la Cultura Energética**

En el diagnóstico de la Cultura Energética, lo recomendable es seguir la metodología de la investigación científica, pues, el problema se aborda desde la perspectiva social. En el

capítulo 1 se definió la hipótesis “el alto consumo en electricidad es causado por la administración del recurso eléctrico”, dentro de la administración del recurso eléctrico se encuentra la administración de la Cultura Energética, esto es, administrar como las personas utilizan la electricidad. En consecuencia, la investigación y diagnóstico se enfoca en verificar si la presunción de que la Cultura Energética produce un alto consumo de electricidad (hipótesis) es verdadera.

La Cultura Energética se concibe en la forma de desarrollar las actividades, se verifica si la persona que ejecuta la actividad tiene conciencia de que el procedimiento favorece el despilfarro de energía, si tiene conciencia del despilfarro, se estudia porque desperdicia la electricidad y como cambiar este comportamiento. Aquí entra en juego el estudio del comportamiento de las personas, cuales son las causas raíces que dictan la forma de desarrollar las actividades que favorecen el desperdicio, si es por falta de conocimiento, por falta de conciencia, por falta de compromiso u carencia de otro factor.

Ahora, el desarrollo de las actividades está directamente relacionadas con el uso de equipos eléctricos-electrónicos, así que, deben estudiarse las actividades que se desarrollan utilizando estos equipos. En la mayoría de edificaciones, se distinguen distintos tipos de sistemas eléctrico-electrónicos que son necesarios para su funcionamiento, está el sistema de iluminación, el sistema de climatización, el sistema de equipo ofimático, entre otros. Entonces el estudio de la Cultura energética debe orientarse a descubrir cuáles son las actividades que se desarrollan en la institución utilizando los sistemas antes mencionados, buscando encontrar aquellos procedimientos que favorecen el despilfarro de electricidad.

No debe confundirse que se investiga el comportamiento que tienen las personas cuando utilizan los sistemas eléctrico-electrónicos mencionados, por tanto, los sujetos bajo estudio son las personas y no las máquinas, entonces, la metodología del método científico es apropiada para intervenir el problemas de alto consumo eléctrico visto como problema social. Entre las herramientas para obtener los datos están la encuesta, la entrevista, la observación directa, entre otras. Luego de encontrar las actividades despilfarradoras de energía en los sistemas de iluminación, climatización y equipo ofimático, cada una representa un problema que debe solucionarse, y cuya solución debe evaluarse si es factible técnica y económicamente.

➤ **Acciones correctivas sobre la Cultura Energética**

Las acciones correctivas sobre la Cultura Energética son las soluciones a los problemas encontrados, lógicamente si se corrigen los hábitos y actividades que causan desperdicio de energía se tendrá un ahorro en electricidad. Lo importante es que el alcance no se limita únicamente a la institución que está tratando de ahorrar energía, modificando la cultura de sus miembros, sino, llega hasta el hogar las personas que tomen conciencia de los beneficios económicos y medio ambientales. La personas que modifiquen su conducta, trasladarán estas buenas prácticas a su modo vivir, y desarrollarán sus tareas diarias tratando de utilizar conscientemente la energía y lo mejor, cuidando el medioambiente. Por tanto cada centavo que se invierta en Cultura Energética tendrá beneficios medio-ambientales exponenciales.

2.3.2. Optimización de los Procesos Administrativos

Cuando hablamos de procesos administrativos en referencia al tema de investigación, hacemos hincapié en aquellas áreas de trabajo, que por falta de importancia en el tema carecen de formas de trabajo dirigidas al manejo correcto de la energía eléctrica. Para saber si los procesos administrativos funcionan correctamente, debe especificarse mediante la descripción del mismo cual es el tipo de funcionamiento que tiene y mediante los resultados obtenidos identificar mejoras en éstos para disminuir el consumo energético.

➤ **Descripción de los procesos administrativos**

Los procesos son actividades organizadas, interrelacionadas y orientadas a obtener un resultado específico, pero, para que un proceso se lleve a cabo deben realizarse una serie de procedimientos que necesitan de recursos y a la vez ser administrados de forma eficiente para lograr excelentes resultados.

En la Facultad se cuenta con muchos procesos administrativos y para cada uno de ellos es necesario el uso de recursos, como recurso humano, materia prima, maquinaria, equipo, electricidad, entre otros. Se debe tener en cuenta que uno de los más importantes es el recurso energético, ya que, para la mayoría de actividades es de los que más se utiliza.

En toda área de trabajo se ejecuta uno o varios procesos, como por ejemplo: prestar un libro en la biblioteca, dar una clase en un aula, hacer uso de los laboratorios de investigación, entre otros. Se sabe que para realizar este tipo de actividades se requiere de muchos recursos, además de energía eléctrica.

➤ **Diagnóstico sobre los procesos administrativos**

Para precisar claramente los procesos administrativo en referencia al consumo energético, deben estudiarse dos componentes contribuyen al desperdicio de energía.

- * Condiciones sobre la instalación eléctrica del área de trabajo en análisis.
- * Uso del área de trabajo en referencia al usuario y administrador de la misma.

Condiciones sobre la instalación eléctrica del área de trabajo en análisis.

En este punto, debe determinarse en primer lugar el tipo de instalación eléctrica utilizada en el proceso, segundo, para ejecutar de manera completa los procesos con el mínimo de electricidad, es indispensable que todas las instalaciones eléctricas utilizadas sean analizadas para diseñar el procedimiento que produzca el menor consumo al realizar el proceso. Como iluminar de forma natural, utilizar equipo de cómputo eficiente, ventilación natural y si no es posible colocar el aire acondicionado a la temperatura de confort establecida, entre otras.

- * **Uso del área de trabajo en referencia al usuario y administrador de la misma.**

En esta etapa se determina la ausencia de lineamientos necesarios para realizar el proceso utilizando el mínimo de energía, estos lineamientos buscan adecuar el área de trabajo, los sistemas eléctricos utilizados, el proceso a realizar y las personas involucradas. Son dirigidos y ejecutados por el administrador o responsable de dicha área. La UES-FMOcc no cuenta con este tipo de lineamientos, así que hay mucha tela de donde cortar.

➤ **Acciones correctivas sobre los procesos administrativos**

Las acciones correctivas van enfocadas al uso eficiente de los equipos eléctricos, por tanto, se pretende dar al personal una serie de capacitaciones enfocadas a buenas prácticas de uso de los equipos eléctricos, esto debe resultar en una disminución del consumo de energía eléctrica.

Entre las acciones correctivas enfocadas en los procesos administrativos se tienen:

- * Capacitación sobre uso eficiente del sistema de iluminación
- * Internalización del mantenimiento de aires acondicionados
- * Capacitación sobre uso eficiente del sistema de climatización

* **Capacitación sobre uso eficiente del sistema de iluminación**

Con esta acción se hará saber a la comunidad universitaria la importancia que tiene ahorrar energía eléctrica en el uso del sistema de iluminación, se pretende ampliar el conocimiento sobre la buena forma de utilizar el sistema de iluminación y a la vez generar conciencia sobre el ahorro y aprovechamiento de la iluminación.

* **Internalización del mantenimiento de aires acondicionados**

Esta acción ayudará a que el mantenimiento de las unidades climatológicas sea realizado por el personal interno, beneficiando a la Facultad con el manejo de los fondos. De esta forma se ayuda a la unidad de mantenimiento con la realización de capacitaciones.

* **Capacitación sobre uso eficiente del sistema de climatización**

Con esta acción se darán capacitaciones a aquellos usuarios de las oficinas y laboratorios que hagan uso del sistema de aire acondicionado, para que hagan uso eficiente del sistema de climatización. Así se evitarán hábitos que contribuyan a desperdiciar electricidad y a la vez poner en riesgo de deterioro las unidades climatizadoras.

2.3.3. Optimización de las Instalaciones Eléctricas, Electrónicas y Estructurales

El costo derivado del consumo de energía es susceptible de ser aminorado a través de la optimización de las instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales, para ello, es necesario conocer el consumo y características de las instalaciones. En este apartado se pretende establecer la estructura de consumo energético de las instalaciones, analizando las fuentes de energía utilizadas y los usos finales a los que se destina. La distribución del consumo energético depende de varios factores: del tipo de instalación y de su situación actual. Generalmente las instalaciones con mayor demanda de consumo energético son:

- ✓ Sistema de iluminación
- ✓ Sistema de ofimática
- ✓ Sistema de climatización

Los principales esfuerzos que conllevan a realizar inversiones sobre el ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción del consumo de los sistemas anteriores, ya sea, mediante la utilización de tecnologías más eficientes, utilización de recursos naturales, reducción del tiempo de uso, entre otras.

Se describen a continuación como puede optimizarse el uso de los sistemas de climatización, de equipo ofimático y de iluminación en busca de la eficiencia energética. Estos sistemas se analizan desde las áreas de conocimiento estructural, eléctrico y electrónico.

2.3.3.1. Optimización del sistema de iluminación

El sistema de iluminación es un apartado que puede presentar un elevado consumo eléctrico, dependiendo del tamaño del edificio, de las instalaciones complementarias y del clima de la zona, ya que, este también depende el aprovechamiento de luz natural.

Es por ello, que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costos, se puede estimar que podrían lograrse reducciones significativas en el consumo eléctrico de iluminación, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de luz natural.

El consumo eléctrico para el sistema de iluminación representa aproximadamente entre el 20 y 40 % del total de un edificio, por tal motivo, si dicho sistema eléctrico no es utilizado

adecuadamente, puede ocasionar desperdicios de energía que en un tiempo determinado incurrirá de manera negativa en el bolsillo económico de la entidad. Para determinar si un sistema de iluminación funciona de manera correcta y eficiente deben considerarse criterios puntuales que ayudaran a resolver dicha hipótesis. En primer lugar se deberá conocer el tipo de sistema de iluminación instalado en el edificio, es decir, la descripción de dicho sistema, a continuación debe realizarse un diagnóstico del sistema de iluminación instalado y por ultimo determinar las mejoras a implementar para reducir el consumo eléctrico del sistema en análisis, es decir, las acciones correctivas sobre el sistema.

➤ **Descripción del sistemas de iluminación**

Para desarrollar una actividad en condiciones adecuadas las personas necesitan de iluminación, dicha iluminación debe satisfacer las necesidades fisiológicas, psicológicas y estéticas de las personas. Esta iluminación incluye tanto las fuentes de iluminación artificial (lámparas, bombillas entre otras) como la iluminación natural procedente del sol, cuando esta luz no es suficiente se hace necesario utilizar la luz artificial, dicha luz se puede combinar con la procedente del sol o en el peor de los casos hacer uso único de la iluminación artificial.

Aun así, como se ha comentado con anterioridad es necesaria la iluminación artificial. Por lo tanto, la iluminación artificial representa un componente importante del consumo de energía, lo que representa una parte significativa de toda la energía consumida en todo el mundo.

Luz Natural.

La luz natural pertenece al grupo de los principales factores del medioambiente que tienen un enorme impacto sobre el ser humano, ya que, afecta a las condiciones físicas y psíquicas. Por lo tanto, existen algunas normas y recomendaciones en cuanto a la calidad y cantidad de luz. El criterio cuantitativo se refiere al nivel de intensidad de la luz del día mientras que los criterios cualitativos se definen por el flujo luminoso, la dirección de la luz, el brillo de iluminación y el deslumbramiento. Este deslumbramiento es provocado por un alto un alto brillo o contraste, por ejemplo las ventanas del tejado orientadas hacia el sur. Por lo tanto, es necesario regular la entrada de los rayos solares a los espacios interiores.

Existen numerosas formas de hacer esta regulación y su elección depende de escoger los instrumentos que mejor se ajusten o de elegir aquellos que sean más económicos.

Elementos fijos: se sitúan en el lado externo de la ventana, por ejemplo toldos fijos de terraza.

Elementos móviles: se pueden regular según las necesidades y se colocan tanto en el interior como en el exterior, por ejemplo persianas, cortinas, entre otros.



Figura 2.32. Elementos que regulan la entrada de rayos solares, toldos fijos de terraza y persianas.
Fuente: IUSES (2010). Uso de la energía en los edificios, Manual para estudiantes. p. 48.

Luz artificial.

La iluminación artificial, normalmente, se divide en iluminación centralizada y localizada. No existe un principio fundamental en cuanto al diseño de la iluminación, ya que, debe estar allí donde sea necesaria. La forma de iluminación también es importante, pudiendo ser directa, semi-directa, indirecta o mixta. Cuando la iluminación es directa, la luz cae directamente sobre el sitio a iluminar utilizando toda la luz emitida por la fuente, de esta manera resulta muy económica, pero, por el contrario tiene la desventaja de que causa deslumbramientos.

La iluminación semi-directa es producida por una fuente que emite no sólo hacia abajo sino también hacia arriba (techo y paredes).

Nota: La intensidad de la luz debería de estar acorde con el tipo de actividad a desempeñar, más baja para actividades que no requieran un alto nivel de iluminación y más alta para aquellas actividades que sean más exigentes visualmente. Además al crear un

ambiente adecuado y agradable la iluminación la habitación parece más confortable y la luz reflejada desde el techo hace las sombras ligeras y el deslumbramiento es más aceptable. Este tipo de iluminación es más óptimo que el directo por lo que se utiliza con mucha más frecuencia.

La iluminación mixta emite luz en todas las direcciones, de modo que todas las superficies quedan iluminadas (suelo, techo, paredes).

En la iluminación indirecta el flujo de luz se enfoca hacia el techo y después refleja hacia toda el área que es iluminada de forma uniforme y sin deslumbramientos. La desventaja de este sistema de iluminación es la pérdida de flujo luminoso debido a la reflexión.

Los parámetros técnicos que caracterizan a la fuente en cuanto a cantidad y calidad, son los siguientes:

- ✓ voltaje (V)
- ✓ potencia (W)
- ✓ flujo luminoso (lm)
- ✓ rendimiento luminoso (lm/W)
- ✓ temperatura (K)

Fuente de Luz

Existen dos fuentes principales de luz, térmicas y luminiscentes. Las fuentes térmicas (sol, bombillas incandescentes) emiten luz debido al calentamiento de un material a muy altas temperaturas, en cambio las fuentes luminiscentes (fluorescentes, bajo consumo) emiten luz a partir del fenómeno de la luminiscencia. Entre las luminarias más comunes tenemos:

Bombillas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de energía eléctrica. Este tipo de alumbrado es muy ineficiente, ya que, el 90% de la energía consumida se pierde en forma de calor y únicamente el 10% se transforma en luz.

Lámparas Fluorescentes: se basan en la emisión luminosa que algunos gases como el flúor emiten al paso de la corriente eléctrica. Este tipo de iluminación es más eficiente que la anterior, puesto que en este proceso se produce un menor calentamiento y la electricidad se destina, en mayor proporción, a la obtención de la propia luz.

Lámparas de bajo consumo: son pequeños tubos fluorescentes que se han ido adaptando progresivamente al tamaño, las formas y soportes de las bombillas a las que estamos comúnmente habituados: por esta razón las lámparas de bajo consumo son conocidas también como lámparas compactas.

Lámpara LED una lámpara de led es una lámpara de estado sólido que usa ledes (Light-Emitting Diode, Diodos Emisores de Luz) como fuente luminosa. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial.

Una parte importante de la iluminación corresponde a las **luminarias**, ya que, diferentes fuentes de energía requieren diferentes tipos de luminarias. Poseen una doble función: por un lado, sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas y, además, deben cumplir una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas para conseguir un funcionamiento eficiente.

Desde un punto de vista óptico, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Además, las luminarias deben ser de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo ello sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

➤ **Diagnóstico del sistema de Iluminación (Natural, Interna y Externa)**

Previo al estudio analítico del sistema de iluminación es importante mencionar que la diferencia entre iluminación interna y externa es que la primera se sitúa en la parte interior de los edificios y la segunda se ubica en pasillos, entradas peatonales y vehiculares, parqueo y sobre todo en la parte perimetral a la institución.

Para obtener resultados más claros y concisos de este guion, deben someterse bajo análisis componentes los cuales contribuyen al consumo de energía eléctrica de este sistema.

Componentes para Iluminación Natural

- * Condición sobre el aprovechamiento óptimo de la iluminación natural

Componentes para iluminación Artificial (Interna y Externa)

- * Tipo de Iluminación instalada.
 - * Características de la instalación y distribución de la luminaria
 - * Nivel de iluminación artificial en áreas de los edificios
 - * Forma y tiempo en que los usuarios utilizan el sistema de iluminación

- * **Condición sobre el aprovechamiento óptimo de la iluminación natural**

Básicamente este punto cubre todos los aspectos, sean positivos o negativos que se ven vinculados en el aprovechamiento óptimo de este recurso natural, en él se verifican problemas que pueden ser corregidos y poder aprovechar al máximo la luz natural, si es necesario se puede redistribuir las áreas de trabajo, además de despejar objetos o despintar de las ventanas colores oscuros que impiden la entrada de dicho recurso, así como el aseo de los tragaluces, la poda de ramas, entre otros. Todo con el fin de aprovechar al máximo el uso de la luz natural.

- * **Tipo de Iluminación instalada.**

Como primer punto de consideración para diagnosticar el estado actual de la instalación deben conocerse aspectos como las características técnicas que son especificadas por el fabricante, y el funcionamiento de la iluminación instalada especificada mediante la medición directa. Esta información permite comparar el rendimiento teórico y el real del equipo instalado.

*** Características de la instalación y distribución de la luminaria**

Este componente estudia la forma de cómo se controla el encendido y el apagado de una determinada luminaria, es decir, en él se muestra la sectorización de circuitos. La sectorización de circuitos se refiere a la cantidad de luminarias que pueden ser controladas por uno o varios apagadores. Con la identificación de esta conexión se determinaran áreas donde las luminarias pueden estar siendo mal utilizadas, el problema puede surgir con el simple hecho de tener dos o más luminarias situadas en diferente área y que todas sean controladas por un solo apagador común. Otro problema a identificar trata a aquellas luminarias que por su mala distribución o posición son mal utilizadas, este problema se da cuando aquella lámpara se encuentra sobre dos áreas totalmente diferentes o incluso cuando dos o más luminarias están demasiado cerca.

*** Nivel de iluminación artificial en áreas de los edificios**

Para llevar a cabo esta variable del diagnóstico de manera verídica se vio en la necesidad de utilizar un aparato llamado Luxómetro, este aparato capta y muestra la cantidad de lúmenes por los metro cuadrado que cada luminaria brinda en un área de trabajo determinada, esta serie de mediciones tiene como objeto responder a una serie de hipótesis, como por ejemplo: ¿tendrá cada uno de los edificios un numero alto de lámparas? Si con las mediciones obtenidas, la respuesta a la pregunta es positiva, se pueden eliminar algunas lámparas obteniendo de esta manera un ahorro significativo de energía eléctrica, de lo contrario, de ser negativa la respuesta, el ahorro energético tiene que ir orientado a otro tipo de propuesta, donde se obtenga ahorro y a la misma ves se incrementen los niveles de iluminación.

*** Forma y tiempo en que los usuarios utilizan el sistema de iluminación**

Parte importante es como los usuarios utilizan el sistema de iluminación, ya que, de la como utilicen este recurso se verá o no afectado el consumo de energía eléctrica, es decir, entre los hábitos y usos negativos que repercuten en el consumo excesivo de electricidad tenemos: dejar encendida la luminaria cuando se abandona el área de trabajo, usar la luminaria en áreas donde la iluminación natural es suficiente para cubrir dicha necesidad, utilizar el sistema de iluminación fuera de los horarios establecidos, entre otras.

➤ **Acciones correctivas sobre el sistema de iluminación**

Para buscar solucionar dichos problemas, es necesario establecer acciones correctivas que mejoren a futuro dichas instalaciones y por ende reduzcan los costos de energía eléctrica, las acciones correctivas van dirigidas a mejorar todas las condiciones negativas que impiden el paso de luz natural, otro problema a corregir es la mala distribución de luminarias, la sectorización de circuitos, corregir por medio de controles de sistema el apagado y encendido de la luminaria externa y a la largo plazo sustitución de la luminaria actual por tecnología LED. Con esta serie de acciones ejecutadas se podrá disminuir la carga instalada de iluminación, mejorar eficientemente el uso y consumo energético y sobre todo disminuir la energía eléctrica que demanda diariamente la UES-FMOcc.

2.3.3.2. Optimización del sistema de ofimática

Cuando se habla de ofimática se hace referencia a todos aquellos aparatos eléctricos o electrónicos que son de utilidad para facilitar el trabajo de oficina y a su software. Todo equipo eléctrico tiene su vida útil, los cuales al estar en perfectas condiciones son más eficientes en cuanto al consumo de electricidad generando menos desperdicios energía.

➤ **Descripción del sistema de ofimática**

Como se mencionó este sistema está conformado por todo equipo eléctrico y/o electrónico que se utiliza para realizar las actividades de oficina y el software necesario para su funcionamiento. Entre los equipos de ofimática se incluyen computadoras, impresoras, fotocopiadoras, UPS`s, entre otros; también se incluyen los equipos de oficinas de laboratorio como: equipo de laboratorios de Biología, Física, Medicina, entre otros; y se incluyen también cafeteras, oasis, refrigeradores, entre otros que se encuentran en oficinas.

La descripción del sistema consiste en precisar las características de los equipos ofimáticos que se encuentran instalados en los edificios de la institución que se encuentra bajo estudio de eficiencia energética. Como ejemplo: el tipo de tecnología, vida útil, eficiencia energética, obsolescencia, conexión eléctrica, cantidad de equipo, entre otros. Una

buena descripción del sistema consiste en censar todo equipo ofimático instalados en los edificios de la institución bajo estudio y precisar las características mencionadas.

➤ **Diagnóstico del sistema de ofimática**

Para dar un diagnóstico de los equipos instalados deben tomarse en cuenta diferentes factores que influyen en su funcionamiento y en su consumo de energía eléctrica.

- * Equipo instalado.
- * Características técnicas del equipo.
- * Tiempo y forma en que los usuarios utilizan el equipo.

* **Equipo instalado.**

En este punto debe conocerse el equipo con el que se cuenta en los edificios y oficinas de la UES-FMOcc. Para el caso la Facultad se cuenta en su mayoría con equipo de oficina conformado por monitores, CPU, UPS, reguladores de voltaje, impresoras, en algunas áreas se cuenta con equipo conformado por refrigeradoras, cámaras de refrigeración, microondas, televisores, ventiladores. Para todo el equipo identificado en las instalaciones debe conocerse las especificaciones técnicas dadas por el fabricante y especificaciones de su funcionamiento que deben obtenerse mediante la medición directa, y de esta forma poder hacer una comparación del consumo teórico y el consumo real del equipo instalado.

* **Características técnicas del equipo.**

Para realizar el diagnóstico es importante conocer las características técnicas del equipo, de esta forma puede tenerse información que ayuda a conocer la potencia consumida por cada uno de los equipos instalados y conocer el rendimiento de los equipos de acuerdo al entorno donde están instalados; ya que pueden haber problemas en su funcionamiento debido a un sobrecalentamiento. Con lo anterior puede evaluarse si son necesarios mantenerlos en funcionamiento, cambiarlos por otro equipo de menor consumo o disminuir la cantidad de equipos similares que se tienen instalados.

* **Tiempo y forma en que los usuarios utilizan el equipo.**

Para el estudio es importante conocer la forma como los usuarios hacen uso del equipo eléctrico en general, ya que, las buenas prácticas que las personas tengan se verán reflejadas en un bajo consumo de energía eléctrica, entre los hábitos que significan un mal uso del equipo eléctrico están: dejar encendido el equipo cuando no se esté utilizando, dejar conectado el equipo al finalizar las horas laborales aunque estos permanezcan apagados, utilización de equipos que no tengan un consumo eficiente de electricidad, no utilizar equipo de forma compartida, como por ejemplo impresoras, ventiladores, computadoras, entre otros.

➤ **Acciones correctivas sobre el uso de equipo eléctrico.**

Para dar solución a los problemas identificados, pueden aplicarse acciones correctivas dirigidas a disminuir el alto consumo y por ende ayuden a reducir los costos de energía eléctrica, entre las acciones que pueden corregir el consumo de energía eléctrica están: el uso de regletas, con las cuales se puede reducir el consumo fantasma producido por el equipo conectado en horas nocturnas; reducción de UPS por equipo de cómputo, ya que puede utilizarse un UPS para poder conectar dos computadoras; otra de las acciones para la disminución del consumo por parte del equipo de computación es la configuración de las computadoras para que puedan entrar en modo de suspensión cuando no se utilicen en un tiempo determinado, sustitución de equipo cuyo funcionamiento sea deficiente por equipo nuevo de bajo consumo, como por ejemplo monitores de rayos catódicos por monitores LED. Estas acciones ayudarán a la disminución del consumo de la carga instalada por equipo y mejoramiento de la eficiencia energética en los edificios de la UES-FMOcc.

2.3.3.3. Optimización del sistema de climatización

El sistema de climatización representa entre el 40 y 60 % del consumo eléctrico total de un edificio, en consecuencia, si este sistema no trabaja de manera eficiente puede incurrirse en desperdicios gigantescos de energía. Para saber si un sistema de climatización funciona eficientemente debe de conocerse el tipo de sistema instalado en el edificio (descripción del sistema de climatización instalado), cual es el funcionamiento de las

unidades instaladas y del espacio climatizado (diagnóstico del sistema de climatización); y conocer la mejoras que es posible implementar para disminuir su consumo (acciones correctivas sobre el sistema).

➤ **Descripción de los sistemas de climatización**

Para la descripción del sistema de climatización lo primero que debe hacerse es informarse acerca de los tipos de sistemas que ofrece el mercado, luego, verificar que tipo de sistema climatizador se instaló en la institución recolectando todo tipo de información que ayude a realizar un diagnóstico de funcionamiento. Entre la información que debe sustraerse se mencionan: especificaciones técnicas de funcionamiento que pueden encontrarse en la etiqueta del equipo instalado o manuales técnicos, especificaciones de funcionamiento obtenidas de la persona que brinda mantenimiento o por medición directa de los equipos, condiciones del edificio donde está instalado el sistema, entre otras. Para conocer un poco de los tipos de sistemas climatizadores que existen se presenta la siguiente miscelánea.

El propósito de un sistema de climatización es mantener un espacio cúbico como una oficina, un laboratorio, un salón, u otro; en condiciones de temperatura confortables para las personas que ocupan el lugar o para medicamentos, alimentos, equipos electrónicos u otros que necesitan una temperatura específica para su mantenimiento. El sistema instalado puede ofrecer dos modos de uso: el modo de calefacción (invierno) y el modo de refrigeración (verano), dependiendo si se desea incrementar las temperaturas bajas del invierno o disminuir las temperaturas altas del verano. En el mercado existen diferentes sistemas que satisfacen uno o ambos modos de climatización, cada uno con características propias de eficiencia energética, entre éstos debe evaluarse cuál es el más apropiado para instalar dependiendo de la demanda térmica de cada edificio y las condiciones de ubicación geográfica. Entre los diferentes tipos se mencionan las bombas de calor, bomba de calor geotérmica, unidades de calefacción, unidades de aire acondicionado, entre otras. Es importante aclarar que el nombre de bomba de calor es otro nombre con el que se conocen los sistemas de climatización. La figura muestra una clasificación general:





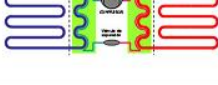







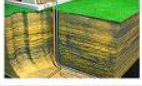
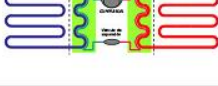

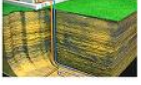
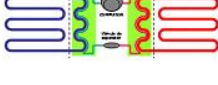

Tipo de bomba de calor	Fuente de energía/ suministro de calor	Bomba de calor	Destino de energía/ deposito de calor
Agua - Agua	Agua 		 Obtiene o deposita energía del agua superficial o subterránea y la transfiere al agua dentro de un edificio, Ej.: el sistema de agua caliente
Agua - Aire	Agua 		 Obtiene o deposita energía del agua superficial o subterránea y la transfiere al aire dentro de un edificio, Ej.: el sistema de calefacción o aire acondicionado
Aire - Agua	Aire 		 Obtiene o deposita energía del aire exterior del edificio y la transfiere al agua dentro de un edificio, Ej.: el sistema de agua caliente
Aire - Aire	Aire 		 Obtiene o deposita energía del aire exterior del edificio y la transfiere al aire dentro de un edificio, Ej.: el sistema de calefacción o aire acondicionado
Tierra - Agua	Tierra 		 Obtiene o deposita energía de la tierra y la transfiere al agua dentro de un edificio, Ej.: el sistema de agua caliente
Tierra - Aire	Tierra 		 Obtiene o deposita energía de la tierra y la transfiere al aire dentro de un edificio, Ej.: el sistema de calefacción o aire acondicionado

Figura 2.33. Clasificación de los sistemas de climatización según origen y destino de la energía
Fuente: Propia

La clasificación de las bombas de calor en la figura anterior está basada en la naturaleza de la fuente de energía y el tipo de destino donde se transfiere y utiliza. Cuando la fuente de energía es la tierra los sistemas son conocidos como bombas de calor geotérmicas las cuales presentan coeficiente de eficiencia energética (EER) altos, con valores entre 4 y 6 (Terra, 2005), mayores que los otros sistemas cuya fuente de energía es el agua o el aire. El sistema de climatización más utilizado es el tipo aire-aire con nombre comercial de aire acondicionado, éste como su nombre lo indica, tiene como fuente de energía el aire (aire exterior de un edificio) y el destino de energía es también el aire (aire interior de un edificio). El aire acondicionado tiene también su clasificación propia según ciertas características, como: según el tipo de demanda de energía (refrigeración o calefacción), según el tamaño de edificación (residencial o industrial), según el diseño de la máquina y la cantidad de oficinas servidas (mono-Split o multi-Split), entre muchas otras.

Por último se recalca que para la descripción del sistema, además de conocer el tipo de sistema de climatización debe obtenerse toda la información necesaria para el posterior diagnóstico de funcionamiento. El siguiente punto lista la información a recolectar.

➤ **Diagnóstico de funcionamiento del sistema de climatización**

Para un diagnóstico completo del sistema de climatización deben someterse bajo estudio cinco componentes que contribuyen al consumo de energía en este sistema.

- * Tipo de equipo climatizador instalado.
- * Condiciones climatológicas de la locación del edificio y condiciones de operación del edificio.
- * Características térmicas del edificio.
- * Equipo eléctrico- electrónico instalado y cantidad de usuarios del sistema.
- * Forma en que los usuarios utilizan el sistema de climatización.

*** Tipo de equipo climatizador instalado**

Como primer paso del diagnóstico deben de conocerse las características técnicas y de funcionamiento del tipo unidades climatizadoras instaladas. Debe de investigarse todas las características técnicas (especificadas por el fabricante) y de funcionamiento (especificadas mediante medición directa o dossier de mantenimiento) de estas. Esto permite comparar el rendimiento teórico y el rendimiento real de equipo instalado. Entre las características importantes de conocer están: la capacidad de refrigeración ofrecida, el consumo de energía eléctrica, la eficiencia energética, vida útil del sistema, antigüedad, entre otras. Con esta información se puede saber si el equipo está desfasado en tecnología, si consumo eléctrico es demasiado, si ya rindió su vida útil, entre otros análisis importantes.

*** Condiciones climatológicas de la locación y de operación del edificio**

Las condiciones climatológicas (condiciones exteriores) se refieren a la temperatura ambiente de la zona donde se encuentra emplazado el edificio, para la UES-FMOcc es el municipio de Santa Ana, El Salvador. Y para las condiciones de operación del edificio

(condiciones interiores) se refiere específicamente a la temperatura de trabajo del sistema (temperatura de confort), que puede ser especificada para la confortabilidad del ser humano, especificaciones de funcionamiento de equipo electrónico o redes, mantenimiento alimentos, medicamentos u otros. Esta información es importante, porque, según la temperatura de locación del edificio y la temperatura de operación del equipo cambia la demanda térmica del sistema de climatización, esto influye en decisiones importantes, como la capacidad del equipo instalado (cubre la necesidad térmica o no la cubre).

*** Características térmicas del edificio**

En el diagnóstico de características térmicas es importante conocer como el edificio contribuye a consumir electricidad en el sistema de climatización identificando cómo este pierde energía (transmite energía) al interactuar con su entorno. Si hubiera un material constructivo con resistencia térmica infinita (cero transmitancia térmica) y que con este material se construyera el edificio, no se tomara en cuenta este punto, porque no se transferiría energía al exterior; sin embargo, todo material permite que se transfiera energía a través de él en mayor o menor medida según sus propiedades y por esta razón deben conocerse sus características térmicas. Hay situaciones donde los materiales con los cuales se construyó el edificio tienen altos índices de transmitancia térmica, lo cual favorece a que el sistema de climatización consuma demasiada energía; es en estas ocasiones donde el diagnóstico de características térmicas del edificio se vuelve importante.

Lo importante de conocer es como el edificio transfiere energía con el entorno, la transmitancia térmica de la envolvente del edificio dicta esta transferencia. A continuación se muestra como calcularla.

El conocimiento de las características térmicas del edificio hace mediante el estudio de la envolvente térmica del edificio y el cálculo de los coeficientes de transmitancia térmica y resistencia térmica de esta envolvente:

La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan los espacios a climatizar con el ambiente exterior.

Cerramiento	Descripción
Techo	Lo compone la zona superior del edificio. Limita con el aire exterior a las condiciones exteriores de diseño.
Suelo	Lo compone la zona inferior del edificio. Limita con el parking subterráneo.
Paredes	Lo compone cada una de las paredes verticales del edificio que limitan con el aire exterior o las condiciones exteriores de diseño. Su orientación es muy importante.
Ventanas	Lo compone cada uno de los vidrios que forman parte de las cristalerías montadas a lo largo y ancho de las fachadas. Limita con el aire exterior o las condiciones exteriores de diseño.
Puertas	Lo componen cada uno de cerramientos que cubren el acceso a los edificios, que pueden ser de madera, metal u otro material.

Figura 2.34. Definición de la envolvente térmica de un edificio

Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2012). Tesis sobre climatización de un edificio de oficinas mediante energía geotérmica.

Los cerramientos pueden estar compuestos por capas de diferentes materiales de construcción cada uno con propiedades térmicas diferentes, y para el cálculo de la transmitancia de un cerramiento se consideran las propiedades térmicas de todos las capas de materiales que lo conforman, incluyendo las capas de aire que se adhieren a la superficie interior y exterior del cerramiento.

La *transmitancia térmica* se define como el flujo de calor que pasa por una unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento. Según el apéndice E del Código Técnico de Edificación Español (CTE) “*Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*”, la transmitancia térmica U ($W/m^2.K$) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Siendo:

R_T = la resistencia térmica total del cerramiento (elemento constructivo) ($m^2.K / W$)

La resistencia térmica total R_T de un cerramiento constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo,

R_1, R_2, \dots, R_n = las resistencias térmicas de cada capa de cerramiento. Se calculan con la siguiente expresión:

$$R_T = \frac{e}{\lambda}$$

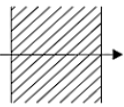
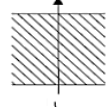
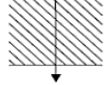
Donde,

e = el espesor de la capa en metros (m)

λ = la conductividad térmica del materia que compone la capa (W/m. K)

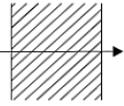
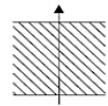
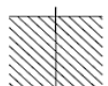
R_{si}, R_{se} = las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de las siguientes tablas de acuerdo con la posición del cerramiento, de la dirección del flujo de calor, situación en el edificio y su contacto con aire interior o exterior del edificio.

Tabla 2.2. Resistencia térmica superficial de cerramientos en contacto con el aire exterior

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Fuente: Código Técnico de Edificación en España (CTE)

Tabla 2.3. Resistencia térmica superficial de cerramientos en contacto con el aire interior

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,17	0,17

Fuente: Código Técnico de Edificación en España (CTE)

Nota: Los valores de la tabla 2.1 y 2.2 se encuentran en $m^2.K/W$

*** Equipo eléctrico- electrónico instalado y cantidad de usuarios del sistema.**

El equipo eléctrico-electrónico instalado representa demanda térmica para el sistema de climatización, ya que, éste además de su función para la cual está diseñado genera energía en forma de calor, fenómeno conocido con efecto Joule. Esta energía calorífica proveniente del equipo eléctrico-electrónico se va acumulando dentro del edificio aumentando la temperatura interior, luego es evacuada por el equipo de aire acondicionado para disminuir la temperatura hasta la temperatura de confort, para lograrlo consume energía eléctrica.

La cantidad de usuarios también representa demanda térmica para el sistema de climatización, al igual que el equipo electrónico el ser humano también produce energía térmica según la actividad física que desarrolle. Cuando el edificio está diseñado para multitud de personas como cines, oficinas, salas de conferencia, entre otras; la carga térmica por personas representa demanda de refrigeración considerable para el sistema.

Tanto el funcionamiento del equipo eléctrico-electrónico como el metabolismo de las personas provocan que se eleve la temperatura en el aire del espacio climatizado, el sistema climatizador disminuye la temperatura gastando grandes cantidades de electricidad, por tanto, es importante censar la cantidad de equipo eléctrico-electrónico y la cantidad de personas que utilizarán el sistema.

*** Forma en que los usuarios utilizan el sistema de climatización.**

En el diagnóstico también es importante estudiar como los usuarios utilizan el sistema el aire acondicionado, ya que, los hábitos y prácticas que estos tienen pueden estar ocasionando desperdicios de energía eléctrica. Entre las practicas que se deben estudiar y que favorecen el consumo excesivo de electricidad en el sistema de climatización están: Dejar puerta y ventanas abiertas, no apagar el aire acondicionado cuando el edificio está vacío, utilizar el aire acondicionado fuera de los horarios establecidos, utilizar el aire acondicionado cuando la temperatura exterior es cercana a la temperatura de confort, mantener equipo eléctrico-electrónico encendido cuando no se utiliza, entre otras. En consecuencia debe recolectarse información acerca del uso que las personas dan al sistema de climatización.

Los cinco componentes de diagnóstico descritos anteriormente contribuyen a la demanda térmica total de edificio, importante cuando se elige la capacidad del equipo que debe instalarse. Se presenta como calcular esta demanda térmica en el apéndice B.

➤ **Acciones correctivas sobre el sistema de climatización**

Las acciones correctivas sobre el sistema de climatización deben de ir orientadas a disminuir la magnitud y uso los componentes de demanda térmica total del edificio descritos en los cinco puntos anteriores y en el apéndice B. Estos componentes son cargas térmicas por transmisión de energía a través de los cerramientos de la envolvente del edificio, por renovación del aire del inmueble, por infiltración de aire al edificio, por equipo eléctrico-electrónico instalado, por personas dentro de espacio climatizado y por penetración de radiación solar al edificio. Toda acción que se gestione para disminuir la energía consumida por el sistema producto de las cargas térmicas mencionadas, es importante para mejorar la eficiencia del sistema general.

2.3.4. Optimización de la Tarifa Eléctrica

Según Fenercom (2007), p. 37, uno de los puntos a tratar en un Plan de Ahorro energético es la Facturación Eléctrica, uno de los factores más importantes para una gestión energética eficiente, en muchas ocasiones un simple cambio en la forma de contratación puede suponer un ahorro económico considerable. La tarifa se refiere a todos los componentes de la oferta de electricidad que contribuyen al costo tarifario, como lo son; el término de potencia, término de energía, energía reactiva, discriminación horaria, costo por comercialización, multas por parte de la empresa distribuidora, impuestos municipales, y otros costos como servicios extras de mantenimiento. Por tanto, es importante revisar las facturas de cada uno de los suministros inventariados, y comprobar, si todos los parámetros de contratación de la factura son adecuados o no para el consumo de ese suministro o para las principales características del mismo, la minimización de la facturación eléctrica se logrará tras un análisis de los contratos de los servicios de electricidad suministrados.

La optimización de la tarifa eléctrica se enfoca en conocer los elementos que componen la factura cobrada mes tras mes, y con base a un análisis minucioso de estos elementos verificar si es posible disminuirlos. En ocasiones es posible una disminución en la factura con un simple cambio de servicio, ya que, los precios máximos para el suministro son establecidos por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)

de forma diferente para cada tipo de servicio ofertado por las empresas distribuidoras. Pero debe analizarse todos los componentes de la factura intentando disminuir sus cobros y eliminar en algunos casos como multas.

➤ **Descripción de tarifa eléctrica**

Lo primero que debe hacerse en la descripción de la tarifa eléctrica es investigar el tipo de servicio eléctrico contratado por la organización bajo estudio energético. Para el caso de El Salvador se ofertan por medio de las empresas distribuidoras de electricidad CAESS, DEL SUR, CLESA, EEO, DEUSEN, EDESAL, B&D y ABRUZZO los siguientes servicios a las tarifas máximas siguientes:

Tabla 2.4. Tipos de servicios y precios máximos para el suministro eléctrico en El Salvador

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES (SIGET)								
TARIFAS								
PRECIOS MÁXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO								
VIGENTES A PARTIR DEL 15 DE OCTUBRE DE 2015								
I. PEQUEÑAS DEMANDAS (0 < KW < 10)								
BAJA TENSIÓN								
a) Tarifa residencial para consumos menores de 99kwh/mes - BT								
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.145819	0.147219	0.148909	0.149362	0.152252	0.151653	0.139141	0.154454
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.030290	0.050201	0.062340	0.068408	0.077423	0.084540	0.037946	0.037186
b) Tarifa residencial para consumos mayores de 99kwh/mes - BT								
Bloque 1: Consumos entre 100 kwh/mes y 199 kwh/mes								
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.145820	0.146870	0.148753	0.148875	0.152333	0.149462	0.139960	0.154001
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.033071	0.060140	0.027561	0.035360	0.036602	0.072354	0.033631	0.040702
Bloque 2: Consumos mayores o iguales a 200kwh/mes - BT								
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.145864	0.146766	0.148776	0.148672	0.152341	0.149689	0.139799	0.153932
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.041845	0.070552	0.078520	0.078532	0.078394	0.078201	0.035508	0.042371

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Uso General - BT								
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.146142	0.146981	0.149103	0.149494	0.152822	0.148837	0.141620	0.155035
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.033774	0.041793	0.039314	0.059693	0.059167	0.062899	0.035096	0.033520

Alumbrado público - BT								
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.120932	0.116956	0.113096	0.114073	0.112326	0.144894	0.135371	0.144416
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.035028	0.051150	0.063205	0.073471	0.072274	0.061162	0.042041	0.033541

II. MEDIANA DEMANDA (10 < kw < 50)

BAJA TENSIÓN CON MEDICIÓN DE POTENCIA

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.146064	0.147234	0.149704	0.149970	0.153677	0.147896	0.142340	0.155694
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kw-mes)	13.304088	21.639345	21.867417	27.372541	26.927457	36.470660	15.344973	19.827528

MEDIA TENSIÓN CON MEDICIÓN DE POTENCIA

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Cargo variable (US\$/kwh)	0.135416	0.134769	0.136059	0.133565	0.135717	0.137958	0.135295	0.145388
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kw-mes)	6.329066	6.939401	12.176678	17.575254	16.788060	16.644027	6.913688	5.108547

BAJA TENSIÓN CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572
Cargo por energía:								
Energía en punta (US\$/kwh)	0.145800	0.148216	0.149117	0.149834	0.152134	0.151916	0.140909	0.149195
Energía en resto (US\$/kwh)	0.147082	0.148157	0.151339	0.150989	0.154422	0.150663	0.142342	0.152488
Energía en valle (US\$/kwh)	0.141656	0.141561	0.140187	0.143533	0.146828	0.138080	0.129594	0.126219
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kw-mes)	13.304088	21.639345	21.867417	27.372541	26.927457	36.470660	15.344973	19.827528

MEDIA TENSIÓN CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	0.879704	0.987318	0.836763	0.948525	0.945049	2.054538	0.977690	0.877572

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Cargo por energía:								
Energía en punta (US\$/kwh)	0.135069	0.135677	0.135995	0.133607	0.134836	0.140992	0.133934	0.131861
Energía en resto (US\$/kwh)	0.136257	0.135623	0.138022	0.134637	0.136864	0.139830	0.135297	0.134771
Energía en valle (US\$/kwh)	0.131230	0.129585	0.127851	0.127988	0.130133	0.128151	0.123179	0.111554
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kw-mes)	6.329066	6.939401	12.176678	17.575254	16.788060	16.644027	6.913688	5.108547

III. GANDES DEMANDAS (>50KW)

BAJA TENSIÓN CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	13.195557	14.809779	12.551438	14.227873	14.175746	17.967374	14.545391	6.743104
Cargo por energía:								
Energía en punta (US\$/kwh)	0.145800	0.148216	0.149117	0.149834	0.152134	0.151916	0.140909	0.149195
Energía en resto (US\$/kwh)	0.147082	0.148157	0.151339	0.150989	0.154422	0.150663	0.142342	0.152488
Energía en valle (US\$/kwh)	0.141656	0.141561	0.140187	0.143533	0.146828	0.138080	0.129594	0.126219
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kw-mes)	13.304088	21.639345	21.867417	27.372541	26.927457	36.470660	15.344973	19.827528

MEDIA TENSIÓN CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de comercialización:								
Cargo fijo (US\$/usuario-mes)	13.195557	14.809779	12.551438	14.227873	14.175746	17.967374	14.545391	6.743104
Cargo por energía:								
Energía en punta (US\$/kwh)	0.135069	0.135677	0.135995	0.133607	0.134836	0.140992	0.133934	0.131861
Energía en resto (US\$/kwh)	0.136257	0.135623	0.138022	0.134637	0.136864	0.139830	0.135297	0.134771
Energía en valle (US\$/kwh)	0.131230	0.129585	0.127851	0.127988	0.130133	0.128151	0.123179	0.111554
Cargo por distribución								
Cargo variable (US\$/kw-mes)	6.329066	6.939401	12.176678	17.575254	16.788060	16.644027	6.913688	5.108547

Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)

Información extraída del sitio web: <http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/tarifas/2516-pliego-tarifario-vigente-a-partir-del-15-de-octubre-de-2015>

Es importante mencionar que los precios máximos se ajustan cada tres meses, los presentados corresponden al ajuste de 15 de octubre de 2015.

Lo primero que debe conocerse para verificar la tarifa cobrada en la factura es verificar el tipo de servicio contratado y la empresa distribuidora que lo suministra. La tabla anterior muestra todos los servicios ofertados por las empresas distribuidoras de electricidad en El Salvador y los precios máximos que deben cobrar por el suministro. En el caso de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente tiene contratados dos servicios, el primero es el servicio en pequeña demanda de uso general y el segundo es el servicio en gran demanda de media tensión con medidor horario, ambos con la empresa AES-CLESA que distribuye la electricidad en la zona occidental del país.

➤ **Diagnóstico de la tarifa eléctrica**

El diagnóstico de la tarifa eléctrica se enfoca principalmente en los siguientes puntos: primero en evidenciar cuales son los componentes cobrados por el suministro de energía, segundo en analizar cuanto se ha pagado por cada componente a lo largo del tiempo de suministro, saber con certeza porque se paga en cada componente, en algunos casos el pago es por distribución de potencia eléctrica, en otros es por energía consumida al mes, por multas, por IVA, entre otros. Y tercero, conociendo los componentes por los que se pagó y por qué se pago es importante proyectar estos cobros en el futuro, con el objetivo de estimar cuanto se pagará en el corto, mediano y largo plazo. Por ultimo analizar si es posible eliminar o disminuir el pago futuro de cada componente.

*** Componentes cobrados por el suministro eléctrico**

Los componentes de la tarifa eléctrica que paga cualquier institución, empresa o residencia por el suministro de electricidad dependen del servicio contratado. El tipo de servicio contratado depende de la potencia eléctrica que demande la organización contratante, en El Salvador están clasificados en clientes de pequeña demanda ($0 < \text{kw} < 10$), mediana demanda ($10 < \text{kw} < 50$) y gran demanda ($> 50 \text{ kw}$). Además, cada clasificación presenta diferentes tipos de servicios según el consumo de energía mensual por la organización contratante (cantidad de kwh/mes). También existen otras clasificaciones según el tipo de organización (residencial, alumbrado público u otro), según la tensión eléctrica (baja o media tensión) y según el tipo de medidor (medidor de potencia o medidor horario) como se muestra en la tabla anterior, y dependiendo de la mezcla de las clasificaciones anteriores, así, son los componentes cobrados en la factura eléctrica.

Para el caso de la UES-FMOcc que ha contratado el servicio de **pequeña demanda de uso general**, los componentes constitutivos de la factura de este servicio son: el cargo por comercialización (*US\$/mes, cargo fijo mensual ajustado cada año*), el cargo por energía eléctrica (*US\$/kwh, cargo variable según consumo de energía*) y cargo por distribución de potencia (*US\$/kwh, cargo variable según consumo de energía*). Y en el contrato del servicio de **gran demanda en media tensión** los componentes constitutivos de la factura son: el cargo por comercialización (*US\$/mes, cargo fijo mensual ajustado cada año*), el cargo por energía eléctrica en los horarios de punta, resto y valle (*US\$/kwh, cargo variable según consumo de energía en los horarios de punta, resto y valle*) y el cargo por distribución de potencia

(US\$/kw-mes, cargo variable según la potencia máxima demandada al mes). Existen otros cargos que aparecen en la factura, como: multas, impuestos gubernamentales, IVA, entre otros que pueden verificarse en la parte del diagnóstico de la tarifa eléctrica en el capítulo 3.

*** Analizar cuanto se ha pagado por cada componente y ¿por qué ha se pagado?**

El historial de pagos debe documentarse por la empresa bajo estudio energético, así que, debe solicitarse. Si no se ha documentado, debe obtenerse por solicitud de la institución bajo estudio energético a la empresa que le suministra el servicio de electricidad.

Una vez que se cuente con la información de pagos de los diferentes componentes de la factura eléctrica en los últimos años, es importante verificar cuanto contribuye cada componente al total. Lo lógico es que la mayor parte del pago de electricidad sea por el consumo de energía eléctrica, pero, hay otros componentes que representan pagos significativos como el cargo por distribución de potencia, el IVA, la multas por violación al índice de factor de potencia, entre otros. La siguiente imagen muestra en promedio el pago mensual que hizo la UES-FMOcc por los diferentes componentes de la factura el año 2014.

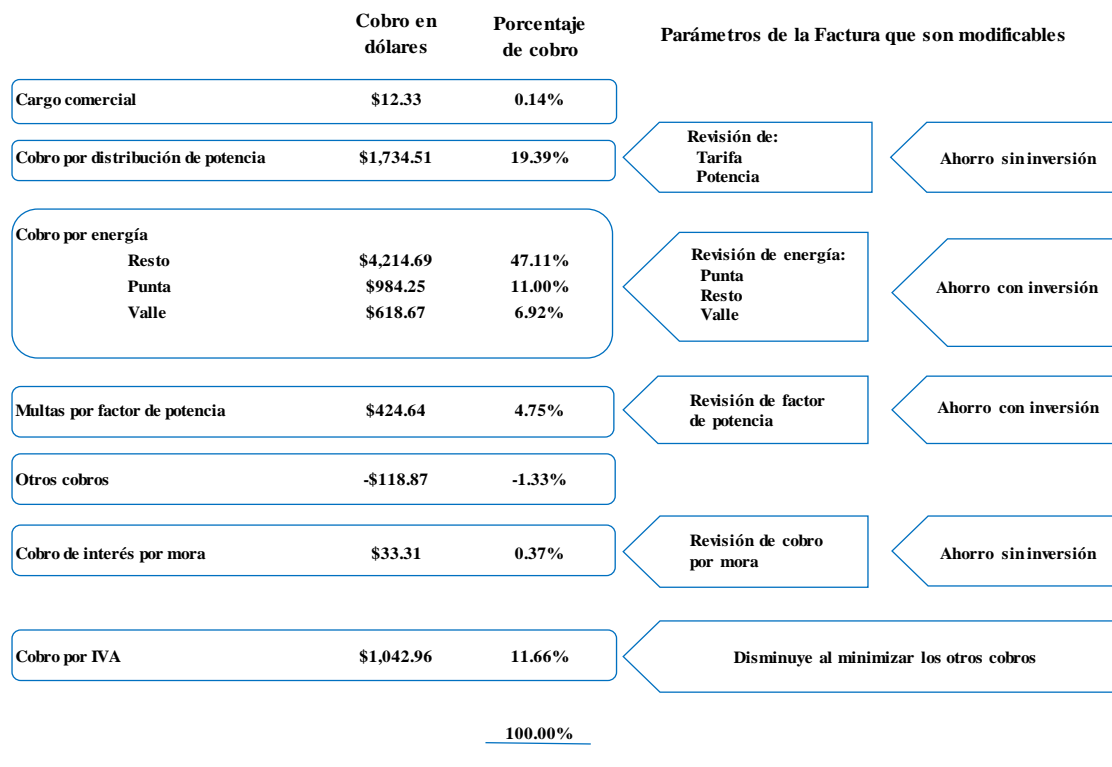


Figura 2.35. Componentes de la tarifa eléctrica pagados por la UES-FMOcc en 2014
Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

La figura muestra un promedio mensual de los cobros de los componentes de la factura pagados por la UES-FMOcc en el año 2014 y el porcentaje que representan éstos del total de la factura, pero, es importante saber porque se ha pagado en cada componente. Para el cargo por distribución de potencia se registra la potencia máxima demandada en el mes y el pago es la tarifa establecida por SIGET por cada kw demandado en ese pico de consumo, en el caso del cargo por energía consumida en los horarios de punta, resto y valle el pago es la tarifa establecida en cada horario (US\$/kwh) por el consumo de energía en kwh en los horarios de punta, resto y valle; la multa de factor de potencia es el pago por violación al valor mínimo de 0.9 del índice del factor de potencia, los demás componentes se detallan de manera completa en capítulo 3. En la parte izquierda de la imagen en los parámetros que son modificables, se visualizan ahorros en los cuales no se necesita inversión, es ahí donde el análisis de la facturas es importante, porque, se pueden disminuir o eliminar estos cargos sin invertir dinero.

*** Proyecciones de consumo y pagos del suministro eléctrico**

Cuando escucha el nombre de factura eléctrica, lo primero en que se piensa es en el dinero que se paga por el suministro de electricidad y pareciera que para estimar la factura en los siguientes años bastaría con proyectar los pagos de ésta, pero, se caería en un error. Los cobros en la factura dependen del consumo de energía y de las tarifas de cobro impuestas por la SIGET, ambas varían bajo sus propios términos, un aumento en la factura puede ser producto de un aumento en el consumo de energía, producto de un aumento en la tarifa eléctrica o producto de un aumento en ambos, por tanto, proyectar directamente los pagos de factura podría aumentar el error en la estimación al no saber cuál de los componentes se incrementó, si se pagará más porque aumento el consumo de energía, si se pagará más porque aumento la tarifa de cobro o si se pagará más porque aumentaron ambas, por tanto, para tener una estimaciones la más cercana a lo real, se analizan y proyectan tanto el consumo de energía y como las tarifas de cobro.

También, las proyecciones de consumo y tarifas de cobro de energía deben realizarse por sus componentes (punta, resto, valle, demanda, entre otras), ya que, según la práctica, entre mayor sea la descomposición y menor sean las medidas absolutas de los componentes

mayor es la precisión que se obtiene en las estimaciones, es como proyectar unidades en metros, los valores estimados se desviarán varios metros de los valores reales, si en cambio se proyectan unidades de milímetros, los valores reales se desviarán milímetros de los estimados. En el caso del consumo de la energía se tienen los consumos en los horarios punta, resto y valle, proyectar cada uno por separado tendrá mayor precisión individualmente al disminuir el total en fracciones menores, el error también se fraccionará.

Otro factor importante para obtener una buena estimación del consumo de energía eléctrica es el modelo de pronóstico utilizado, ya que, hay diferentes modelos que se ajustan a diferentes datos o series de tiempo. En el apéndice A, se presentan una serie de modelos de pronósticos, sus características y los tipos de datos a los cuales se ajustan mejor, buscando reducir el error del pronóstico al mínimo posible. Para el caso del consumo de electricidad en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente se utilizaron los modelos de pronóstico aditivo de Holt-Winters, porque los datos presentaban parámetros de estacionalidad y este modelo los describe muy bien.

➤ **Acciones correctivas sobre la tarifa eléctrica**

Las acciones correctivas sobre la tarifa eléctrica deben ir orientadas a disminuir los pagos mensuales de la factura eléctrica, se plantean tres líneas de acción para lograr este objetivo. La primera es la administración del servicio contratado, ya que, se pueden obtener ahorros con un simple cambio en el tipo de servicio suministrado, además, de disminuir aquellos cobros que están fuera del consumo y precio de la energía, como lo son las multas. Segundo es disminuir el consumo de energía, esto tiene vinculación con toda acción que se plantee para disminuir los consumos en los horarios de punta, resto y valles, las acciones van orientadas reducir el consumo de los sistemas eléctricos-electrónicos de la organización como el sistema de iluminación, el sistema climatización, el sistema de equipo ofimático, entre otros. Y la tercera es la reducción del precio de la energía eléctrica, esta línea está fuera del alcance de la organización, pues depende de variables como el precio del petróleo.

2.4. Marco Legal

Algo que es de mucha importancia en el estudio es la parte legal. Pues, deben realizarse trámites para obtener la aprobación de las máximas autoridades de la Facultad en caso de implementación. Es aquí donde se discuten las regulaciones y condiciones que deben realizarse al momento de implementar los cambios físicos en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, la ejecución de estos cambios tienen que ser aprobados por las autoridades pertinentes, dando el visto bueno para llevarlos a su ejecución.

De acuerdo con las **NORMAS TECNICAS DE CONTROL INTERNO ESPECÍFICAS PARA LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAPITULO III: NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL**, Sección Tercera: Políticas y Procedimientos de Autorización y Aprobación, Artículo 54:

Art. 54.- De conformidad al marco aplicable a la Universidad de El Salvador, el Consejo Superior Universitario es el órgano colegiado con jerarquía máxima en las funciones administrativas, financieras, docentes, técnicas y disciplinarias.

Además, serán responsables en su ámbito de competencia el Rector, Vicerrectores Académico y Administrativo, juntas directivas, decanos y demás funcionarios contemplados en la estructura orgánica de la misma.

También en los mismos términos, será responsable el personal que maneja fondos, valores y bienes de la Institución.

La autoridad encargada de realizar las autorizaciones y aprobaciones para poder realizar cambios o modificaciones de las instalaciones dentro de la Facultad es:

- Junta Directiva de la Facultad, que es el órgano de mayor jerarquía en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, encargada de las funciones administrativas, financieras y académicas.

Para poder realizar modificaciones a las instalaciones se debe de realizar un procedimiento legal, en el cual se presentan una serie de documentos que son necesarios y obligatorios, los cuales facilitan su ejecución, entre los documentos que se deben presentar están los siguientes:

- Planos de Ubicación de las modificaciones, los cuales son necesarios para tener una mejor visualización de los lugares en los cuales son requeridas las modificaciones para las mejoras en la Facultad.
- Presupuesto de la obra, el cual es necesario conocer y así evaluar el presupuesto con el que cuenta la Facultad.
- Período para llevarse a cabo, en donde se establece la fecha para dar inicio con el proyecto, el cual se puede visualizar con la ayuda de un diagrama de Gantt.

De acuerdo con las NORMAS TECNICAS DE CONTROL INTERNO ESPECÍFICAS PARA LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAPITULO III: NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL, Sección Tercera: Políticas y Procedimientos de Autorización y Aprobación, Artículo 55:

Instrumentos para Aprobar Operaciones

Art. 55.- Las operaciones que realice la Universidad de El Salvador, cualquiera que sea la naturaleza de las mismas, deberá contar con la documentación de respaldo que justifique la eficiencia, legalidad y transparencia, mediante la cual resuelve, identificando la naturaleza, finalidad y resultado de la operación, conteniendo los datos y elementos suficientes para facilitar su análisis.

Esta propuesta de plan de ahorro de energía eléctrica es mucha importancia para la Facultad, ya que, genera un gran porcentaje de ahorro en el consumo eléctrico, es por ello, la necesidad de aprobación. Se han planteado diferentes alternativas que facilitan la obtención de los ingresos para la implementación, estas van de la mano con reglamentos que están establecidos y otras alternativas que no disponen de un documento, pero, que son de carácter legal en los procesos internos de la Facultad que ayudan a obtener el financiamiento necesario. Entre las alternativas que se han tomado en cuenta están las siguientes:

- Aprobación por medio de un plan de compras.
- Aprobación por medio de un préstamo bancario.
- Aprobación por medio de donaciones.
- Aprobación para su autofinanciamiento.

A continuación se describen cada uno de las alternativas:

2.4.1. Procedimiento para la aprobación por medio de un plan de compras

Entre las alternativas que se han tomado en cuenta para obtener la aprobación y financiamiento de implementación, está, incluirlo en el plan de compras de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, de esta forma se pueden obtener los fondos para empezar la ejecución.

Se deberá realizar una carta por escrito, dirigida a Junta Directiva, en la que se explica y detalla la propuesta del plan. Una vez aprobada la ejecución del plan por Junta Directiva, la Administración Financiera de la Facultad es encargada de elaborar el plan de compras, el cual describe detalladamente todos los elementos y materiales que son necesarios, además, debe realizarse de acuerdo al presupuesto con que cuenta la Facultad, este plan de compras será elaborado para ejecutarse en el periodo que la Junta Directiva tenga planificado. Además todo desembolso económico que se realice para implementar el plan debe ser autorizado por las máximas autoridades, en este caso Junta Directiva.

Según las NORMAS TECNICAS DE CONTROL INTERNO ESPECÍFICAS PARA LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAPITULO II: NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS A LA VALORACIÓN DE RIESGOS, Sección Segunda Del Sistema de Planificación, Artículo 37 que dicta de la siguiente forma:

Art. 37.- Cada Unidad Académica o Administrativa, deberá elaborar un Plan Anual de Compras para cubrir sus necesidades. En dicho plan deberá demostrar el detalle de los bienes o artículos que se requerirán, debiendo describir cantidad, calidad y características de lo solicitado. La ejecución efectiva de dicho Plan será efectuada por el responsable de la Unidad de Adquisiciones y Contrataciones Institucional (UACI), que remitirá los lineamientos para su elaboración; también, verificará la obtención en forma oportuna y adecuada de los recursos para cada unidad organizativa.

De acuerdo con las NORMAS TECNICAS DE CONTROL INTERNO ESPECÍFICAS PARA LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAPITULO III: NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL, Sección Tercera: Políticas y Procedimientos de Autorización y Aprobación, ÁREA DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA, Artículo 63:

Autorización Previa al Desembolso de Recursos Financieros

Art. 63.- La autorización previa al desembolso comprende el examen de las transacciones antes de que se efectúe el pago de los bienes o servicios adquiridos. Al examinar cada desembolso propuesto se debe determinar principalmente:

- a) La veracidad de la transacción, mediante el análisis de la documentación y autorización respectiva, lo que incluye: La factura y/o recibo que evidencie la obligación, su razonabilidad, exactitud aritmética y propiedad; Las cantidades y calidades de los bienes y servicios recibidos, mediante la comparación de la factura con el informe de recepción, con la orden de compra emitida, con el contrato u otro documento.
- b) Que la operación no haya variado de manera significativa con respecto al compromiso previamente establecido.
- c) La existencia de fondos disponibles para cancelar la obligación dentro del plazo establecido.

2.4.2. Procedimiento para la aprobación de un préstamo bancario

Entre las alternativas que se han tomado en cuenta para la obtención de fondos está la realización de un préstamo con el banco, para poder realizar el préstamo serán las autoridades de la UES-FMOcc las encargadas de presentar la documentación necesaria a la sede central de la Universidad Nacional de El Salvador, la cual debe ser la presentación del proyecto a implementar, este debe cumplir la necesidad de la institución de obtener un beneficio, el cual consiste en la disminución del consumo en la energía eléctrica. Las autoridades de la sede central de la Universidad Nacional de El Salvador deben hacer los trámites pertinentes con instituciones como el Ministerio de Hacienda y otras instituciones, las cuales están en la obligación de intervención de carácter financiero.

De acuerdo con las DISPOSICIONES GENERALES DEL PRESUPUESTO, CAPÍTULO V: DISPOSICIONES DIVERSAS, Artículo 146 dice de la siguiente manera:

Aprobación de Compromisos y Bases de Convenios

Art. 146. - En toda negociación, para contratar préstamos u obtener recursos financieros externos, debe intervenir previamente el Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social y el Ministerio de Hacienda. Las unidades de organización tanto del Gobierno Central como las Instituciones Autónomas Descentralizadas, no obstante

la autorización legal para contratar, están obligadas a obtener la aprobación de los compromisos y bases del convenio a suscribir, ante los Ministerios citados.

Los requisitos y condiciones los pone la institución financiera, la cual queda en manos de la institución aceptar o rechazar dichas condiciones, entre los documentos que se deben presentar para tener la aprobación del préstamo está el plan, ejecución y presupuesto del proyecto. Entre los préstamos que puede brindar el banco están los préstamos hipotecarios y préstamos prendarios, la tasa y el plazo se tendrían que negociar de forma que sean aceptables para la Facultad.

2.4.3. Procedimiento para la aprobación por medio de donaciones

Otra de las alternativas que se tomaron en cuenta es la aprobación de la propuesta por medio de donaciones que puedan realizar personas naturales o jurídicas, Toda donación, adquisición u otros ingresos de carácter gratuito que reciba la Universidad de El Salvador está normado por el REGLAMENTO DE SUCESIONES, DONACIONES Y OTROS INGRESOS A TÍTULO GRATUITO, A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, en el cual se contemplan artículos que ayudan a comprender y regular de carácter legal todo lo relacionado a donaciones.

Según el artículo 3 del capítulo 1 de este reglamento, el cual dicta que los organismos responsables en la adquisición y administración de las asignaciones a favor de la Universidad de El Salvador, siendo estas asignaciones aquellas que acrediten patrimonio de la Universidad de El Salvador, siendo estos organismos los siguientes:

- El Consejo Superior Universitario
- La Rectoría
- La Fiscalía
- La Secretaria de Relaciones Nacionales e Internacionales
- Unidades Administrativas – Financieras en razón de sus atribuciones sean de su competencia las disposiciones de éste Reglamento
- La Comisión de Sucesiones y Donaciones

Para ello, según el artículo 7 de este reglamento dice que la Secretaría de Relaciones Internacionales es la encargada de llevar todos los registros de los fondos y donaciones que se obtienen en calidad de asignaciones para la Universidad de El Salvador.

Art. 7. – La Secretaría de Relaciones Nacionales e Internacionales, llevará los registros de los fondos y donaciones obtenidos en calidad de asignaciones en cada representación y el número y demás referencias de las cuentas bancarias abiertas a favor de la Universidad de El Salvador, sujeto todo ello a la fiscalización de la Auditoría Interna y Externa. Dicha Secretaría rendirá informa trimestral al Consejo Superior Universitario, a través de la rectoría sobre sus labores en el campo que enmarca éste Reglamento.

Todas las donaciones que se aporten a la Universidad deben llevar un procedimiento legal, para ello la Universidad debe contar con una unidad que se encargue de ello, de acuerdo al artículo 9 de este reglamento, el encargado de los trámites legales es la Fiscalía General de la Universidad.

Art. 9. – La Fiscalía General de la Universidad, en base al artículo anterior hará los trámites legales para que aquellos bienes objeto de herencia, legado y donación pasen al dominio de la Universidad dentro de los términos que la Ley determina, evitando la posesión regular e irregular de terceros o, en su caso interrumpiendo la prescripción que favorezca a éstos.

Art. 8. – La Universidad de El Salvador mantendrá a través de sus organismos competentes una continua comunicación con las diversas secciones del registro de la propiedad y todas aquellas dependencias que por su competencia pueda proporcionar datos fidedignos sobre la situación de los bienes de la Universidad, a fin de mantener información actualizada sobre los mismos.

2.4.4. Procedimiento para la aprobación de su autofinanciamiento

Otra de las alternativas que se presenta para la aprobación de la propuesta del plan de ahorro energético que ayude a obtener los fondos necesarios es la del autofinanciamiento, la cual consiste en que los ahorros en el consumo de electricidad generados por los cambios realizados sean los que ayuden a financiar el proyecto. De acuerdo a lo anterior, con esta propuesta el proyecto obtendrá ingresos de las modificaciones realizadas, siendo estos ingresos la diferencia monetaria en los recibos de electricidad, los cuales son percibidos en

los meses posteriores de los cambios realizados en iluminación y equipo, tomando como referencia las proyecciones de consumo de energía desarrolladas en el capítulo 3.

Para ello se debe realizar una carta por escrito, dirigida a Junta Directiva quien es la máxima autoridad en la Facultad, en la cual se describe la propuesta para obtener la aprobación del plan de ahorro energético, una vez aprobado, las autoridades de la Facultad deciden cuando se puede dar inicio la obra.

2.5. Evaluación Financiera

El análisis financiero tiene como objetivo principal determinar la rentabilidad de las actividades económicas en conjunto, que se pretenden llevar a cabo en un periodo de tiempo determinado. La metodología del análisis financiero se describe:

Los métodos de análisis utilizados en esta factibilidad económica son:

- * *La Tasa Interna de Retorno (TIR).*
- * *El Valor Actual neto (VPN).*
- * *La relación Beneficio/Costo (B/C).*
- * *El Tiempo de Recuperación de la Inversión (TRI).*

Todos estos métodos son los que se utilizan comúnmente para el análisis financiero de los proyectos, ya sea, de capital privado o interés social.

Finalmente se establecerán las conclusiones de cada método, para que pueda tomarse una decisión sobre la rentabilidad de la inversión y determinar un buen empleo del capital para poder iniciar las gestiones y poner en marcha el proyecto.

La evaluación de proyectos por medio de métodos Financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que, un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas a largo plazo.

El caso del sector público como gobiernos y todas sus dependencias autónomas y semi-autónomas como la UES, el propósito principal es brindar un servicio a la población y no está dentro de sus objetivos principales el incremento de sus ganancias. En el país existen varias universidades que tienen un fin adicional al de la enseñanza, el de enriquecimiento de uno o varios inversionistas que desean multiplicar el dinero que han puesto a disposición y han asumido un riesgo de pérdida de este, pero en contraparte, la Universidad de El Salvador no tiene como finalidad aumentar sus ganancias, sino más bien, en el mantenimiento y mejora de la misma institución.

Según el autor Gabriel Baca Urbina en su libro “Fundamentos de Ingeniería Económica, cuarta edición” en uno de sus capítulos dice que: En el sector privado, la TMAR considera el riesgo de la inversión, y es fijada para el inversionista en función del riesgo que perciba de la inversión que va a realizar, pero, en el sector gubernamental existe una tasa de referencia que no toma en cuenta el riesgo de la inversión. El riesgo al que se refiere la TMAR es el de bancarrota y ésta puede ser causada por dos factores:

- El primero es que no se venda la cantidad de producto o servicio pronosticada, que disminuyan los ingresos y que la empresa quiebre.
- El segundo factor es que cualquier empresa normalmente trabaja en mercados muy competidos, de forma que cualquier falla en los productos de la empresa, como deficiencias en calidad, en la entrega, en precios elevados debido a ineficiencias, pueden provocar la bancarrota de la empresa

El análisis financiero del comportamiento del dinero en el tiempo con el uso de las herramientas como el VPN o VAN y TIR se aplican de la misma manera a cualquier proyecto, no importando si se trata de una empresa pública o privada, lo que cambia son los parámetros de tolerancia sobre la inversión (tasa de rentabilidad), que son mayores en el sector privado.

En El Salvador, para poder financiar proyectos por medio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para entidades públicas, se sigue el procedimiento siguiente, según el Ministerio de Hacienda la información que se obtuvo fue que el BID no tiene una tasa preferencial para el otorgamiento de préstamos, esto va a depender de los proyectos a ejecutarse, de la garantía que se presente y del Gobierno de turno. Lo más viable es que la Universidad de El Salvador presente el proyecto al Ministerio de Educación y plantearles la forma de financiar el proyecto.

Ya que la Universidad de El Salvador cuenta con ingresos propios, de estos ingresos se podría ocupar un porcentaje, ya sea un 20 o 30 % y la otra parte que se necesita solicitar un refuerzo presupuestario (esta solicitud la realiza el Ministerio de Educación) y presentar el perfil del proyecto al Ministerio de Hacienda

Cuadro resumen de indicadores financieros.

Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN), es un indicador que mide los flujos de los ingresos futuros y los egresos que tendrá un proyecto, para luego determinar si quedara alguna ganancia con la inversión realizada.

Conocido el flujo de caja de la alternativa de inversión, se define el VPN como:

$$\text{VPN} = \text{VPN (I)} - \text{VPN (E)}$$

Dónde:

VPN (I): Valor Presente Neto de los Ingresos del proyecto

VPN (E): Valor Presente Neto de los Egresos del proyecto

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Desde el punto de vista de las matemáticas financieras, la TIR es la tasa que equilibra el VPN de los Ingresos con el VPN de los Egresos, es decir, la tasa en la que $\text{VPN (I)} = \text{VPN (E)}$.

Relación Beneficio Costo R (B/C)

La Relación Beneficio Costo R (B/C) se define matemáticamente como:

$$\text{R (B/C)} = \text{VPN (I)} / \text{VPN (E)}$$

Como complemento de la evaluación financiera sobre la rentabilidad del proyecto, la R (B/C) es un criterio importante para definir la “conveniencia” y “oportunidad” del mismo proyecto, en términos de sí el sacrificio de los recursos económicos se ve superado por los beneficios, que en diferentes ámbitos, ofrezca la realización del mismo.

2.5.1. Método del Valor Presente Neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Este método es muy utilizado por dos razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a dólares de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Es decir:

- ✓ **Si el VPN es mayor de cero,** esto indica que el proyecto es rentable, con lo cual se tendrán ingresos y por ende la aceptación del proyecto. Entre dos o más proyectos el que tenga un VPN más alto es el más rentable.
- ✓ **Si el VPN es igual a cero,** esto indica que el proyecto también es rentable, ya que los ingresos son iguales a los egresos, con la diferencia de que no se obtienen ganancias adicionales sobre la rentabilidad prefijada.
- ✓ **Si el VPN es menor que cero,** indica que no se obtienen ingresos en el proyecto, generando pérdidas para la empresa y por lo tanto el rechazo del proyecto en el que se quiere invertir.

La condición indispensable para comparar alternativas es que siempre se tome en la comparación igual número de años, pero, si el tiempo de cada uno es diferente, se debe tomar como base el mínimo común múltiplo de los años de cada alternativa.

En consecuencia para el mismo proyecto puede presentarse que a una cierta tasa de interés, el VPN puede variar significativamente, hasta el punto de llegar a rechazarlo o aceptarlo según sea el caso.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

I = Es el valor de la inversión

N = Es el número de años de la inversión

n = Es el valor del año actual

FNE = Es el flujo neto de efectivo en el año n

i = Es el valor de la tasa de interés con la que se está comparando

Para un período de 5 años el ejemplo de calcular el VAN sería

$$VAN = -I + \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \frac{FNE3}{(1+i)^3} + \frac{FNE4}{(1+i)^4} + \frac{FNE5}{(1+i)^5}$$

De esta forma al utilizar el VAN se puede determinar la rentabilidad de una serie de proyectos y así escoger el proyecto que brinde una ganancia adicional que sea mayor.

2.5.2. Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es decir es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. En la medida de las condiciones y alcance del proyecto, éstos deben evaluarse de acuerdo a sus características. Esta es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones financieras dentro de las organizaciones.

La decisión de invertir se adopta comparando la TIR con una tasa mínima, lo que da la tasa mínima a que debe calcularse el crecimiento.

La tasa limite es igual a la tasa de interés efectiva de los préstamos a largo plazo, o bien, la tasa de interés que paga el prestatario por el préstamo.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$0 = -I + \sum_{n=1}^N \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

I = Es el valor de la inversión

N = Es el número de años de la inversión

n = Es el valor del año actual

FNE = Es el flujo neto de efectivo en el año n

i = Es el valor de la tasa interna de retorno

De esta forma se puede hacer una comparación para determinar si es rentable invertir o no en un proyecto y tomar en cuenta varios factores que están relacionados con la TIR

- ✓ El proyecto es aceptable cuando la TIR es igual o mayor que la tasa exigida por el inversor, entre varias alternativas, la más conveniente será aquella ofrezca una TIR mayor.
- ✓ El proyecto se rechaza cuando la TIR sea menor que la tasa exigida por el inversor.

2.5.3. Método de la relación Beneficio Costo.

Se determinan por separado los valores actuales de los ingresos, así como los valores actuales de los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Se pueden dar las siguientes situaciones:

B/C>1: índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio.

B/C<1: índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio.

Las entidades crediticias internacionales acostumbran a evaluar proyectos y es casi una exigencia que un proyecto con financiación del exterior sea evaluado con el método del Beneficio/Costo.

Este método es utilizado en la mayoría de los casos para evaluar las inversiones gubernamentales o de interés social.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

V_i = Valor de la producción (beneficio bruto)

C_i = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

2.5.4. Método del Tiempo de Recuperación de la Inversión.

La metodología del Tiempo de Recuperación de la Inversión es otro índice utilizado para medir la viabilidad de un proyecto. La medición y análisis de este le puede dar a las empresas el punto de partida para cambiar sus estrategias de inversión frente al VPN y a la TIR.

Este método basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse, para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses. Es decir, que si un proyecto tiene un costo total y por su implementación se espera obtener un ingreso futuro, en cuanto tiempo se recuperará la inversión inicial.

Al realizar o invertir en cualquier proyecto, lo primero que se espera es obtener un beneficio o utilidades, en segundo lugar, se busca que esas utilidades lleguen a manos del inversionista lo más rápido que sea posible, este tiempo es por supuesto determinado por los inversionistas, ya que, no es lo mismo para unos, recibirlos en un corto, mediano o largo plazo, es por ello que, dependiendo del tiempo es aceptado o rechazado.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\text{TRI} = \frac{\text{inversion total}}{\frac{\text{ingresos} - \text{egresos}}{n}}$$

2.6. Referencias de capítulo 2

AES. ¿Cómo leer su recibo de energía eléctrica? (2014). Información extraída el día 15 de agosto de 2014 desde

http://www.siget.gob.sv/attachments/1448_Lectura%20recibo%20energia%20electrica.pdf

Cimat (2007). Recopilación de leyes universitarias. Información extraída el día 21 de septiembre de 2014 desde

<http://www.cimat.ues.edu.sv/sites/www.cimat.ues.edu.sv/files/5%20Recopilacion%20de%20Leyes%20y%20Reglamentos.pdf>

Electromecánica ITH, (3013). Factor de potencia. Extraído el 09 de julio de 2014 desde: <http://electroitch.blogspot.com/2013/11/factor-de-potencia.html>

Energías como bienes comunes (2012). ¿Qué es la energía geotérmica? Extraída el 15 de 2014 desde:

<http://www.energias.bienescomunes.org/2012/06/26/que-es-la-energia-geotermica/>

Energy SPAIN (n.d.). Cómo funciona la energía eólica. Información extraída el día 10 de octubre de 2014 desde

<http://www.energy-spain.com/energia-eolica/animacion-energia-eolica>

Energy SPAIN (n.d.). ¿Cómo funciona la energía solar? Extraída el 14 de julio de 2014 desde: <http://www.energy-spain.com/energia-solar/animacion-energia-solar>

Fenercom (2007). Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos. Información extraída el 7 de junio de 2014 desde:

<http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/publicacion.php?id=62>

Intelligent Use of Energy at School, (2010). Uso de la energía en los edificios, manual para estudiantes. Extraído el 5 de julio de 2014 desde http://www.iuses.eu/materiali/e/MANUALES_PARA_ESTUDIANTES/Manual_edificios.pdf

Tenaris (2003). Centrales Eléctricas a Carbón. Extraída el 12 de julio de 2014 desde <http://www.tenaris.com/es->

[ES/Products/PowerGeneration/CoalFiredPowerPlants.aspx](http://www.tenaris.com/es-ES/Products/PowerGeneration/CoalFiredPowerPlants.aspx)

Tenaris (2003). Centrales Eléctricas a Gas. Extraída el 12 de julio de 2014 desde <http://www.tenaris.com/es-ES/Products/PowerGeneration/GasFiredPowerPlants.aspx>

Terra (2005). Geotermia solar en la edificación.

Información extraída el día 12 de octubre de 2014 desde

<http://www.terra.org/categorias/articulos/geotermia-solar-en-la-edificacion>

Theodore Wildi, (2007). Maquinas eléctricas y sistemas de potencia. Mexico: PEARSON Prentice Hall

Twenergy (2012). ¿Cómo funciona la energía solar fotovoltaica? Extraída el 13 de julio de 2014 desde:

<http://twenergy.com/a/como-funciona-la-energia-solar-fotovoltaica-339>

Twenergy, (2012). ¿Qué es la energía eléctrica? Extraída el 16 de junio de 2014 desde <http://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381>

Sears, Zemansky. (2009).

Física Universitaria con Física Moderna Volumen 2. México: Pearson.

Serway R., & Beichner R. (2002).

Física para ciencia e ingeniería. México: Editorial McGraw-Hill.

Schneider-electric, (2014). Computo ecológico. Extraído el 02 de diciembre de 2014 desde <http://www.schneider-electric.com.co/documents/soporte/EcoComputing.pdf>

Wikipedia la enciclopedia libre, (2014). Alta tensión eléctrica. Extraído el 03 de septiembre de 2014 desde: http://es.wikipedia.org/wiki/Alta_tensi%C3%B3n_el%C3%A9ctrica

Wikipedia (2014). Transformador. Información extraída el día 23 de septiembre de 2013 desde

<https://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>.

Wikipedia la enciclopedia libre, (2014).
Transformador. Extraído el 03 de septiembre de

2014

desde:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO ACTUAL, EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

El presente diagnóstico refleja la recopilación de todos los datos e información sobre el consumo de electricidad en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador y posterior análisis de éstos; verificando, si en la institución se desperdicia la energía. Se definió en la parte de la investigación del capítulo 1, cuatro indicadores que engloban el problema de consumo de forma integral, cada cual define un área de diagnóstico diferente, pero intrínsecamente vinculadas al consumo eléctrico. Estas áreas de diagnóstico, sin importar el orden son: la Tarifa Eléctrica, las Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales, la Cultura Energética y por último los Procesos Administrativos. En consecuencia, se presentan cuatro diagnósticos que describen desde su propia disciplina el mismo problema de consumo eléctrico en la UES-FMOcc.

Para cada diagnóstico se utilizaron métodos, técnicas y herramientas de investigación diferentes, según sus necesidades. Estas van desde las más tradicionales como la encuesta, la entrevista, la observación directa, entre otras que miden el problema de forma indirecta; hasta las más particulares para el efecto que se investiga, en la investigación particular del consumo eléctrico se utilizaron herramientas como medidores de potencia eléctrica, de corriente eléctrica, de tensión eléctrica, entre otras que miden el problema de manera directa. Por tanto, para una mejor organización, los diagnósticos de los cuatro indicadores de consumo se presentan según se desarrolla el estudio de consumo de energía con medición directa o con medición indirecta; al final ambos deben coincidir, pues el problema es el mismo no importando si se mide de forma directa o indirecta, en consecuencia, los resultados también deben coincidir. De hecho, ambos diagnósticos se complementan.

Lo importante del diagnóstico es verificar si en la institución se desperdicia la energía, si lo anterior es verdadero, también es importante diagnosticar la enfermedad (descubrir las causas de dicho desperdicio) para poder eliminarlas, disminuirlas y/o prevenirlas. Cada diagnóstico se organiza en tres etapas: Descripción del sistema en análisis, presentación de datos y análisis de resultados. Sin nada más que agregar, se presentan a continuación el diagnóstico de consumo eléctrico en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

3.1. DIAGNÓSTICO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LA UES-FMOcc A TRAVÉS DE MEDICIÓN DIRECTA

Este diagnóstico consiste en medir directamente de la red eléctrica el consumo de energía en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, para saber de primera fuente, que cantidad de energía se consume en la institución. Luego deben analizarse las mediciones obtenidas, con el propósito de verificar si el consumo de energía puede disminuirse evitando los desperdicios.

Este diagnóstico logra medir el consumo directamente de la red eléctrica, pero no logra analizar si el consumo medido presenta desperdicios de energía eléctrica, ni mucho menos identificar las causas de desperdicio; en éste no logra medirse el comportamiento de las personas que causan despilfarro de energía, tampoco logran medirse las condiciones estructurales de los edificios que benefician el desperdicio de energía al no diseñarse para aprovechar la iluminación y ventilación natural que es gratuita, entre muchas que no logran medirse. Pero este es un diagnóstico independiente que complementa a los cuatro presentados en la parte 3.2 del capítulo 3: *“Diagnóstico del consumo eléctrico en la UES-FMOcc a través de medición indirecta”*.

Es importante recalcar que en este diagnóstico a través de medición directa, es casi imposible identificar las causas de desperdicio de energía e individualizarlas, ya que, únicamente identifica el valor de la cantidad de energía consumida por cada espacio de la institución en un intervalo de tiempo; es aquí, donde son necesarios los cuatro diagnósticos que abarcan el problema de manera integral, los cuales permiten individualizar las causas de cada desperdicio. Pues permite comparar ambos resultados (directo e indirecto) que deben brindar valores parecidos, también permite identificar las causas de dicho consumo y analizar si pueden eliminarse, disminuirse y/o prevenirse.

En diagnóstico se organiza en tres etapas:

- Descripción de consumo eléctrico en la UES-FMOcc
- Presentación de datos de consumo eléctrico en la UES-FMOcc
- Análisis de datos de consumo eléctrico en la UES-FMOcc



















Plano 3.1. Plano de tendido Eléctrico de UES FMOcc
Fuente propia
Nota: Plano de UES FMOcc corresponde hasta el año 2015.



Plano 3.2. Plano de señalización de cajas térmicas de UES FMOcc
Fuente propia
Nota: Plano de UES FMOcc corresponde hasta el año 2015.

Antes del diagnóstico se presenta el plano del tendido eléctrico de la Facultad y el plano de las cajas térmicas de cada edificio, así como la simbología utilizada en los planos.

	Caja térmica
	Transformador
	Banco de transformadores
	Línea de media tensión
	Línea de media tensión subterránea
	Línea de servicio 1
	Línea de servicio 2
	Línea de servicio 2 subterránea
	Poste de media tensión
	Poste
	Luminaria externa
	Acometida
	Acometida de aire acondicionado
	Luminaria interna
	Cableado eléctrico
	Apagador

3.1.1. Descripción del consumo eléctrico en la UES-FMOcc

La descripción del suministro y consumo eléctrico es la primera etapa del diagnóstico. La Facultad Multidisciplinaria de Occidente es una institución de gran demanda de energía eléctrica, pues necesita prestar este servicio alrededor de 8,500 personas entre estudiantes y empleados. Para satisfacer la necesidad de electricidad a éstas personas, la universidad tiene contratados con la empresa AES-CLESA dos servicios de suministro de energía, para cubrir toda la demanda eléctrica de la comunidad universitaria. Los servicios contratados son: el primero es un “**servicio en pequeña demanda en baja tensión de uso general**” y el segundo es un “**servicio en gran demanda en media tensión con medidor horario**”. Es por ello, que la empresa distribuidora ha colocado dos medidores de energía eléctrica, uno para cada servicio, donde la suma ambos refleja el consumo de electricidad total en la facultad. La siguiente imagen precisa la ubicación de ambos medidores.

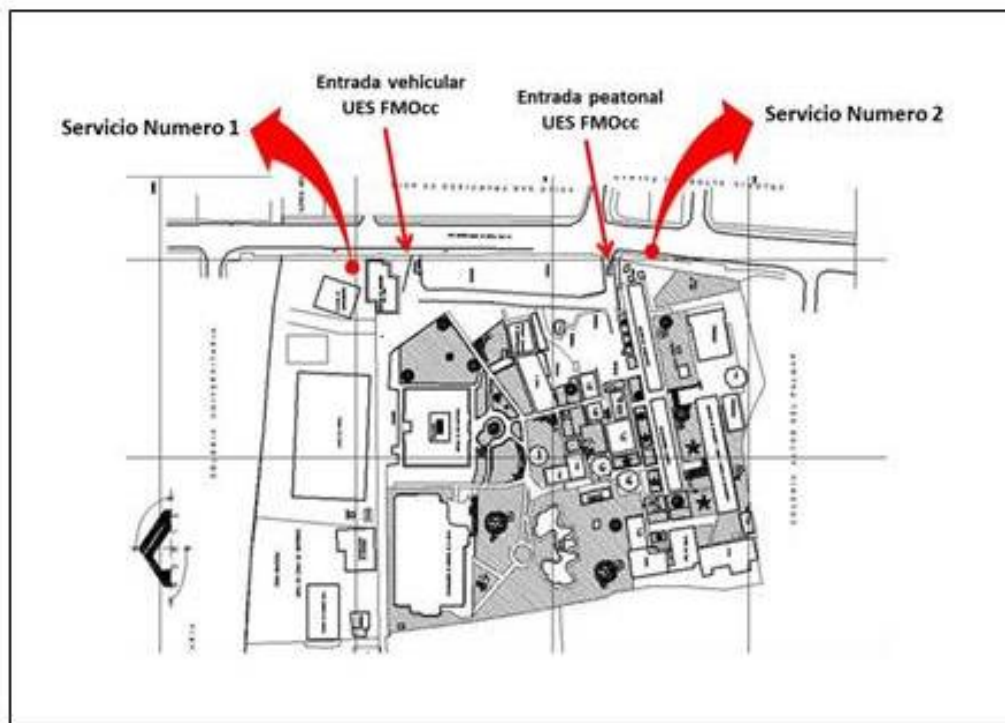


Figura 3.36. Ubicación de los medidores de energía en la UES-FMOcc.
Fuente: Propia

Se describen las características en ambos servicios:

3.1.1.1. Suministro 1 “Cliente en pequeña demanda, baja tensión de uso general”

Para fines de simplicidad se abreviará éste con el nombre de “servicio eléctrico 1” o “servicio 1”. En este servicio el adjetivo de pequeña demanda significa que la demanda de potencia de la institución contratante debe ser menor o igual que 10 kilovatios. Se especifica el servicio mediante la siguiente información:

Cliente: UES FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
DE OCCIDENTE

Dirección: AV FR FELIPE DE MORAGA(C#1), 62
SEC MULT DE OCC AC F.F. MORAGA SUR NO
16 SANTA ANA

Tipo de servicio: TODOS LOS SERVICIOS

Nic: 1151247

Medidor: 55 424 829



Figura 3.37. Descripción de servicio eléctrico 1.

Fuente: AES-CLESA

Este servicio brinda energía al sector de la Facultad que comprende las siguientes edificaciones:

- Taller de mantenimiento
- Taller de prácticas Ingeniería
- Instituto de estudio de aguas
- Cafeterías de la Facultad
- Laminación perimetrales de la zona norte de la facultad

3.1.1.2. Suministro 2 “Cliente en gran demanda, media tensión con medidor horario”

Para fines de simplicidad se abreviará éste con el nombre de “servicio eléctrico 2” o “servicio 2”. Este segundo servicio que se brinda a la Facultad es de tipo de gran demanda, lo cual significa que es un cliente con un consumo de potencia igual o superior a 50 kW, las especificaciones de este servicio son las siguientes:

<p>Nombre: .UNIVERSIDADDE EL SALVADOR Dirección: MULT DE OCC AV F.F.MORAGA SUR No 16 SANTA ANA Nic: 1151244 Nis: 1151244 Tarifa: GD2 Mult: 508 Medidor: 80789043</p>	
--	---

Figura 3.38. Descripción del servicio eléctrico 2.
Fuente: AES-CLESA

Este servicio cubre la mayor demanda de energía eléctrica de la Facultad teniendo una potencia demandada mínima de 50 KW. Para distribuir la energía a los diferentes edificios se auxilia con 4 transformadores individuales y 3 bancos de transformadores. La distribución es la siguiente:

Transformador 2

Se comienza con el transformador 2, ya que, el nombre de transformador 1 se reservó para el transformador utilizado por el servicio 1.

Este transformador 2 es de tipo monofásico con una capacidad de potencia eléctrica instalada de 25 KVA, le brinda la potencia eléctrica necesaria al auditorio Marta Pérez Cervantes desde el servicio número dos. Proporciona voltajes de 120 voltios ac y 220 voltios ac, a 60 ciclos por segundo (60 Hertz) mediante una acometida subterránea. La conexión de

este transformador se ha denominado L2 y provienen de las líneas de tensión del exterior de la Facultad. Su ubicación se presenta en el plano número 1.

La imagen presenta la foto, la conexión y el esquema del transformador número 2.

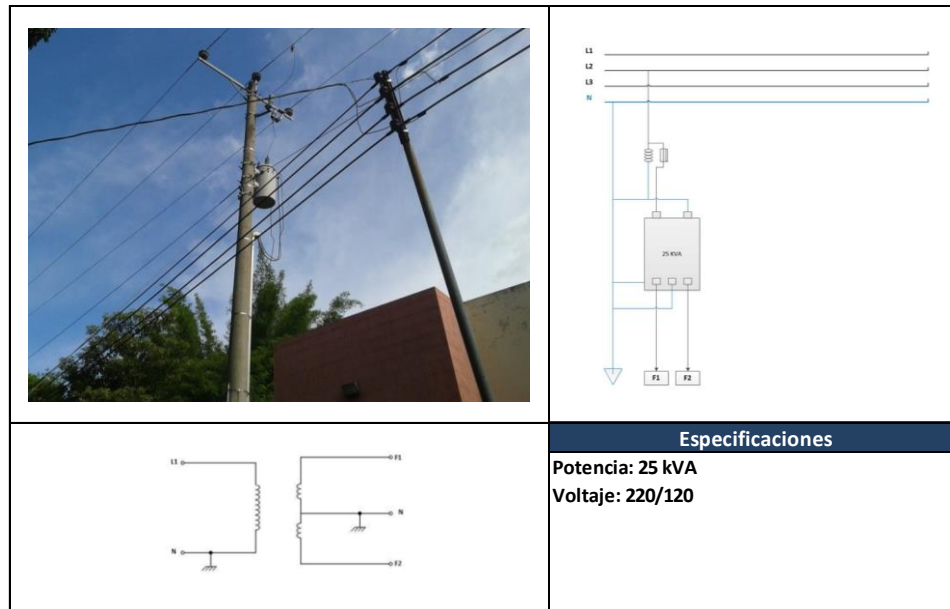


Figura 3.39. Transformador de potencia número 2
Fuente: Propia

Banco de transformadores 1

Este sistema cuenta con 4 transformadores monofásicos, dos de ellos de 100 KVA y dos de 50 KVA que constituyen una potencia instalada de 300 KVA. Están conectados en configuración Delta a la entrada de ellos y en configuración Estrella a la salida, proporcionando de esta manera 120 voltios ac y 208 voltios ac entre sus fases con una frecuencia en sus ondas de 60 Hertz. La siguiente imagen presenta la foto, la conexión y el esquema del banco de transformadores 1.

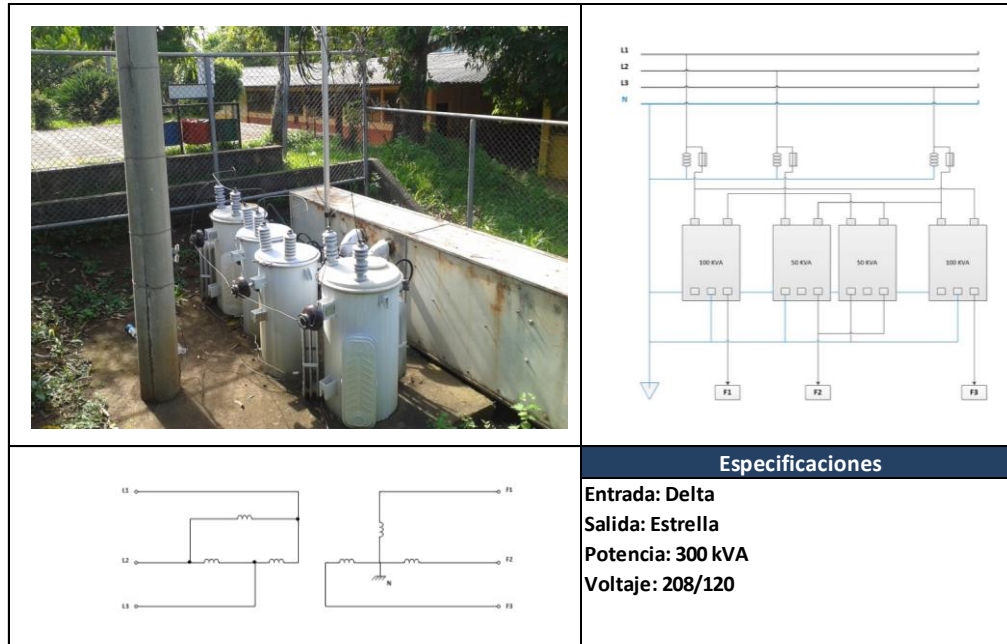


Figura 3.40. Banco de transformadores de potencia número 1.
Fuente: Propia

Este banco de transformadores brinda la potencia a los edificios:

- Edificio de Biología
- Oficinas administrativas
- Aulas Q
- Edificio de Economía
- Aulas 2 a 10
- AGEFMO
- Aulas M
- Edificio de Ciencias Jurídicas
- Clínica Extramural Santa Ana
- Alumbrado externo
- Unidad de Post-Grado

Transformador 3

Este transformador tiene una potencia instalada de 25 KVA, proporciona voltajes de 120 voltios ac y 220 voltios ac entre sus fases, a 60 ciclos por segundo (60 Hertz) mediante acometidas aéreas. La conexión de este transformador se ha denominado L2 que provienen de las líneas de tensión del exterior de la Facultad, la ubicación de este se presenta en el plano número 1. Se presenta en la imagen la foto, la conexión y el esquema del transformador número 3.

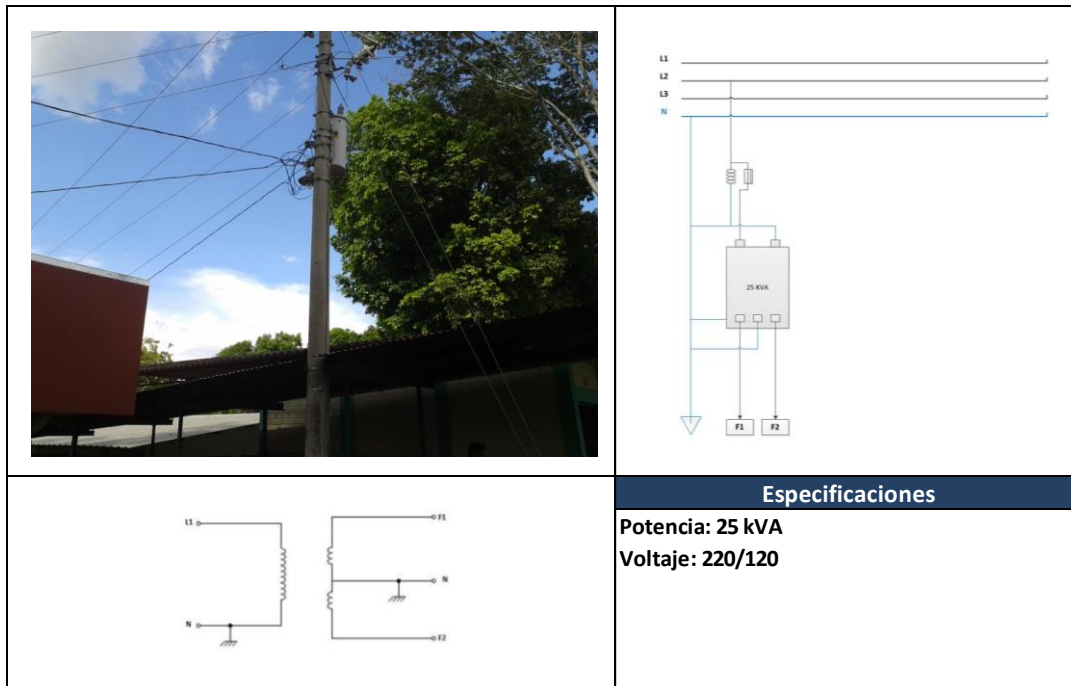


Figura 3.41. Transformador de potencia número 3.
Fuente: Propia

El transformador tres es de tipo monofásico el cual energiza a los siguientes centros de carga:

- Baños adyacentes al aula 5
- Aula 11 y 12
- Bomba de agua
- Iluminación externa de pasillos cercanos
- Quiosco cercano a la fuente

Transformador 4

Este transformador es de tipo monofásico con una potencia instalada de 75 KVA. Este le brinda la potencia necesaria al edificio Bunker desde el servicio número dos, proporcionando voltajes de 120 voltios ac y 220 voltios ac, a 60 ciclos por segundo (60 Hertz) mediante una acometida subterránea. La conexión de este transformador se ha denominado L3 y proviene de las líneas de tensión del exterior de la Facultad, su ubicación se presenta en

el plano número 1. La imagen presenta la foto, la conexión y el esquema del transformador número 4.

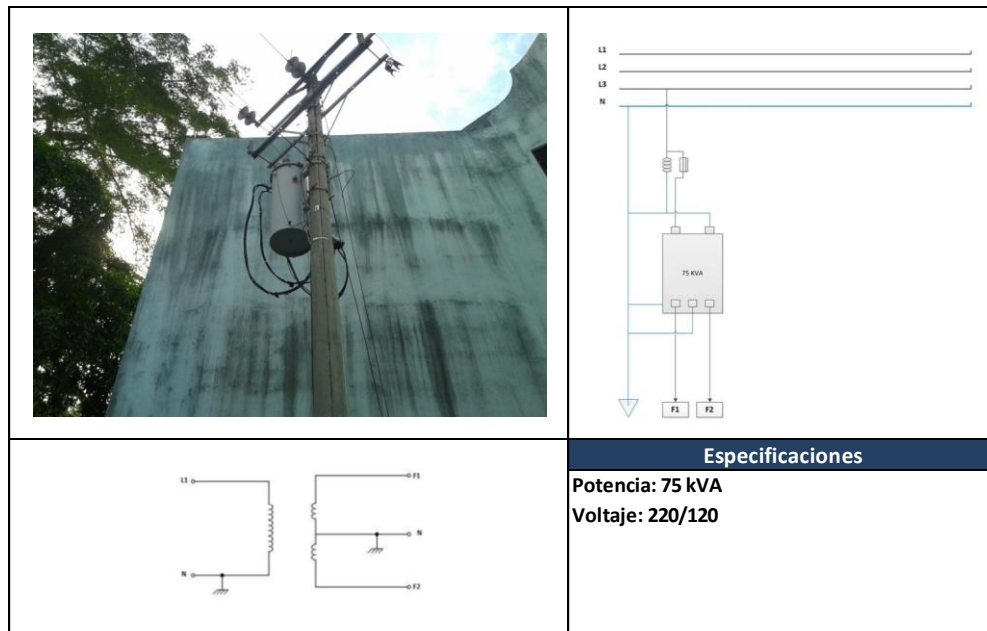


Figura 3.42. Transformador de potencia número 4.
Fuente: Propia

Banco de transformadores 2

Este sistema cuenta con 3 transformadores de tipo monofásico de 75 KVA, brindando una potencia instalada total de 225 KVA. Este le brinda la potencia necesaria al edificio de Carreras Múltiples. Este sistema está conectado en Estrella a su entrada así como a su salida, proporcionando voltajes de 120 voltios ac y 208 voltios ac entre sus fases, a 60 ciclos por segundo (60 Hertz) mediante acometidas subterráneas, la ubicación de este se presenta en el plano número 1. Se presenta en la imagen la foto, la conexión y el esquema del banco de transformadores número 2.

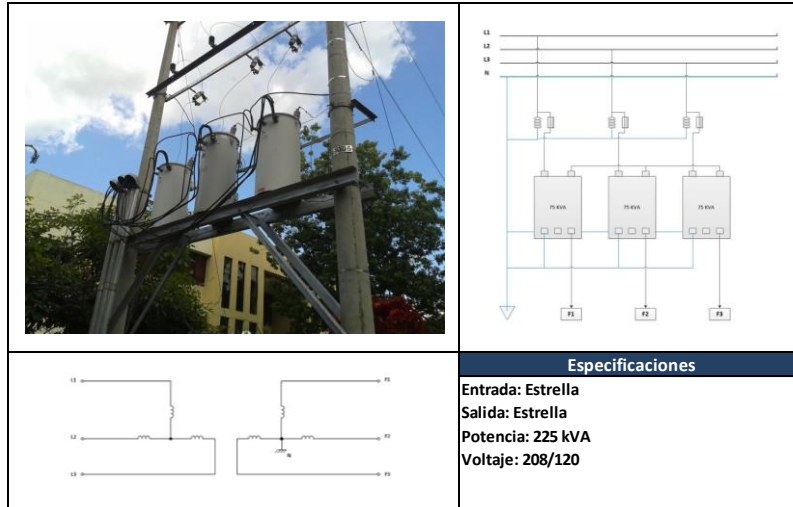


Figura 3.43. Banco de transformadores de potencia número 2.
Fuente: Propia

Banco de transformadores 3

Este sistema cuenta con 3 transformadores de tipo monofásico de 75 KVA cada uno, sumando una potencia instalada total de 225 KVA. Éstos están conectados en Estrella a su entrada así como a su salida, proporcionando entre sus fases voltajes de 120 voltios ac y 208 voltios ac, a 60 ciclos por segundo (60 Hertz) mediante acometidas subterráneas, su ubicación se presenta en el plano número 1. Se precisa en la siguiente imagen la foto, la conexión y el esquema del banco de transformadores número 3.

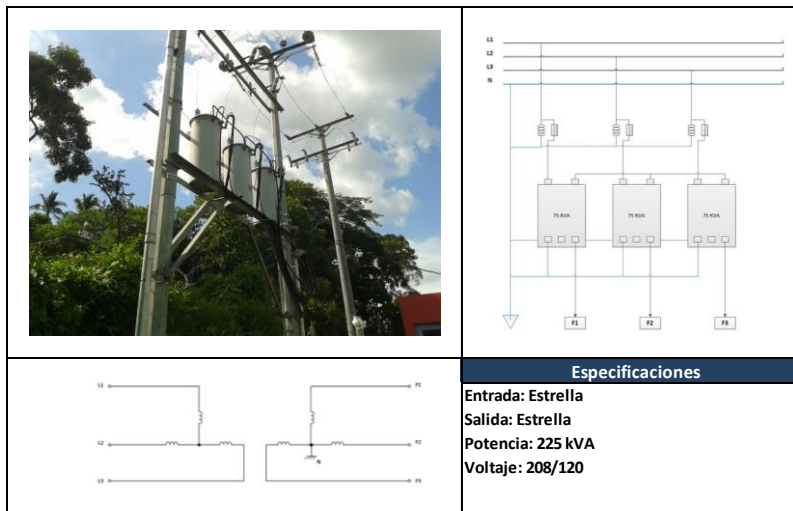


Figura 3.44. Banco de transformadores de potencia número 3.
Fuente: Propia

Estos transformadores le brindan la potencia necesaria para los siguientes edificios:

- Edificio de medicina
- Edificios de Postgrado y Jóvenes Talento

Transformador 5

Transformador de tipo monofásico con una potencia instalada de 75 KVA, donde proporciona voltajes de 120 voltios ac y 220 voltios ac, a 60 ciclos por segundo (60 Hertz) mediante una acometida subterránea. La conexión de este se ha denominado L3 que proviene de las líneas de tensión del exterior de la Facultad, su ubicación se precisa en el plano número 1. Se presenta en la imagen la foto, la conexión y el esquema del transformador número 5.

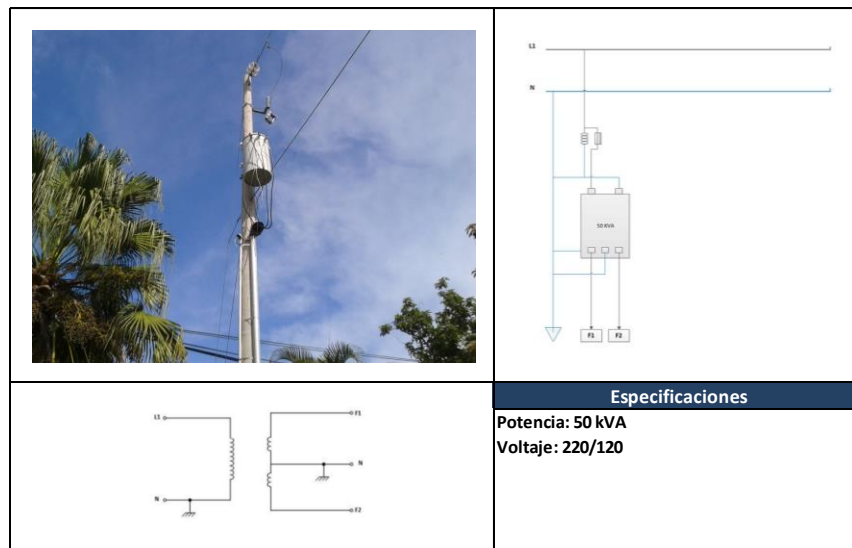


Figura 3.45. Transformador de potencia número 5.
Fuente: Propia

Este transformador le brinda la potencia necesaria a:

- Aulas N
- Glorieta (Quiosco cercano a loa Chalet)

3.1.1.3. Características del consumo de eléctrico

El consumo de energía en la universidad está dividido en tres principales sistemas de instalaciones eléctricas, los cuales son: El sistema de iluminación, el sistemas de climatización y el sistema de equipo ofimático; estos consumen alrededor el 90% del total de energía eléctrica de la institución. Los diagnósticos de los cuatro indicadores del consumo de energía (Procesos Administrativos, Cultura Energética, Tarifa Eléctrica e Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales) se basan en el estudio de los tres sistemas mencionados, analizados desde la disciplina de cada indicador. Por tanto, lo ideal es medir el consumo de energía de estos tres sistemas y posteriormente combinar los resultados con los datos de los cuatro indicadores mencionados.

Entre más específica sea la medición mayor será la profundidad en el análisis de los resultados. Así, si se obtiene la medida de consumo eléctrico para cada edificio, o para cada departamento, o para cada unidad, o para cada salón, o divisiones menores; mayor es la utilidad y fiabilidad de los datos al poder analizar si existe desperdicio de energía en lugares específicos y poder individualizar responsabilidades. Esto puede ser muy complejo si no se cuenta con el equipo de medición apropiado, información pertinente y la suficiente pericia por parte de los investigadores. Las tres anteriores fueron limitantes para los autores del trabajo, pues, no contaron con equipo sofisticado que midiera de forma automática el consumo eléctrico, tampoco con planos eléctricos de varias instalaciones como el edificio de economía, de oficinas administrativas, entre otros; y tampoco con experiencia en el campo de la eficiencia energética.

Al final el equipo desarrollador del diagnóstico no pudo determinar el consumo de energía de la forma descrita en los párrafos anteriores, individualizando el consumo de energía del sistema de iluminación, del sistema climatización y del sistema de equipo ofimático para cada edificio o incluso para áreas dentro de estos edificios. Al final se optó por medir el consumo de energía total (combinación de los sistemas) de aulas, unidades, edificios, entre otros, según los permitieron las capacidades técnicas y tecnológicas. Los resultados se presentan en la siguiente parte.

3.1.2. Presentación de datos de consumo eléctrico en la UES-FMOcc

Los datos de consumo de energía eléctrica se obtuvieron de primera fuente a través de un censo eléctrico, este consiste en medir utilizando un amperímetro la corriente eléctrica y utilizando un voltímetro medir el voltaje de alimentación de todos los edificios de la FMOcc. La medición se hizo todos los días durante una semana por cada inmueble, cada día se midió entre el intervalo de tiempo comprendido desde las 6:00 am hasta las 10:00 pm; en el intervalo restante (10:00 pm a 6:00 am) se abstuvo su medición al corroborar que el consumo de electricidad era constante a partir de las 10:00 pm hasta llegar a las 6:00 am, la medición se hizo cada 30 minutos, así se obtienen datos en horas específicas del día.

La medición de corriente eléctrica se realizó en las acometidas de cada inmueble de la Facultad. Por tanto, se identificaron las acometidas eléctricas de aulas, oficinas, departamentos, laboratorios, entre otros. Los datos se recolectaron durante los meses comprendidos entre el 16 de mayo y el 19 de septiembre del año 2014. Se resumen estos datos en las gráficas y tablas siguientes.

3.1.2.1. Consumo de energía eléctrica en aulas

Las siguientes gráficas detallan el consumo de energía eléctrica en aulas de la UES-FMOcc. Se resumen en éstas los datos de una semana de recolección de información sobre la potencia eléctrica demandada por cada aula, y se representa en el intervalo de horas que comprende desde las 6:00 am hasta las 10:00 pm² como promedio de un día; cada hora representa un punto en el tiempo donde se midió la potencia eléctrica demandada por cada aula de lunes a viernes, obteniendo así un conjunto valores de potencia eléctrica a los que el aula se encontraba funcionando a dicha hora.

Estos valores se visualizan en las gráficas en tres series de tiempo descritas a continuación:

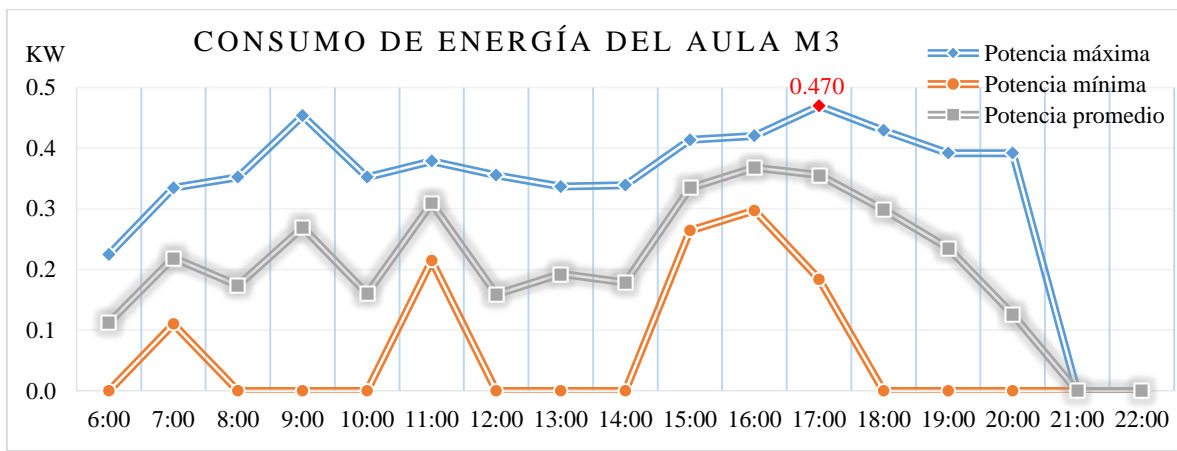
- ✓ Potencia máxima: Valor de potencia máximo en cada hora obtenido en las mediciones de una semana y expresados en kilowatt (kw), línea azul de los gráficos
- ✓ Potencia mínima: Valor de potencia mínimo en cada hora obtenido en las mediciones de una semana y expresados en kilowatt (kw), línea naranja de los gráficos

² En el intervalo nocturno restante (10:00 pm a 6:00 am) se abstuvo su medición al corroborar que el consumo de electricidad es nulo y constante a partir de las 10:00 pm, ya que, la vigilancia tienen como una de sus funciones apagar la iluminación de aulas a partir de las 9:30 pm; y se mantiene así hasta las 6:00 am cuando ornato inicia sus funciones de limpieza.

- ✓ **Potencia promedio:** Valor de potencia promedio de cada hora obtenido del promedio de mediciones de una semana y expresados en kilowatt (kw), línea gris de los gráficos

En las tablas que siguen a los gráficos se muestran los valores numéricos graficados, la primer fila de la tabla manifiesta la escala de tiempo en horas (fila Hora), la segunda los valores de potencia máximos obtenidos en cada hora (fila Máx.), la tercer fila detalla los valores de potencia mínimo (fila Mín.), la cuarta fila la potencia promedio (fila Prom.) y la última fila el porcentaje de utilización del aula en cada hora (fila %).

Todos los datos están expresados en kilowatt (kw) excepto la última fila de las tablas, está representa el porcentaje de utilización del aula en un día promedio, y se obtiene de la razón de dividir el valor de la potencia eléctrica promedio en cada hora entre el valor mayor de la potencia máxima demandada por el aula (capacidad máxima demandada³).



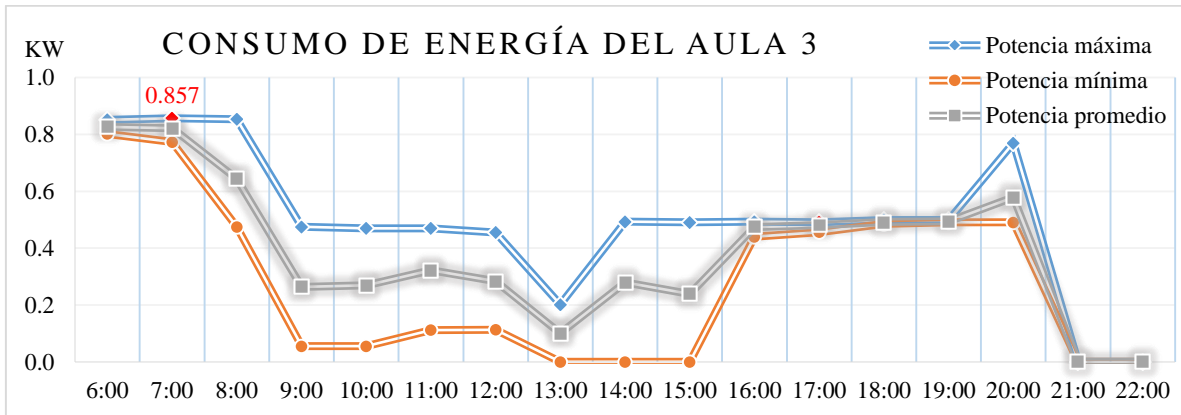
Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Max	0.224	0.334	0.352	0.453	0.352	0.378	0.355	0.337	0.339	0.414	0.420	0.470	0.429	0.392	0.392	0.000	0.000
Mín	0.000	0.110	0.000	0.000	0.000	0.215	0.000	0.000	0.000	0.264	0.297	0.184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Prom	0.112	0.219	0.174	0.269	0.160	0.309	0.159	0.193	0.178	0.334	0.368	0.355	0.298	0.235	0.126	0.000	0.000
%	24%	47%	37%	57%	34%	66%	34%	41%	38%	71%	78%	76%	64%	50%	27%	0%	0%

Gráfico 3.2. Consumo de energía del aula M3.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el aula M3 cada hora del día La tabla detalla numéricamente lo valores de potencia eléctrica para el aula M3 del gráfico 3.1.

Fuente: Propia

³ Este valor máximo de la fila Máx. expresado en color rojo representa la capacidad máxima en potencia demandada por el inmueble bajo estudio, es el valor mayor obtenido durante una semana de recolección de datos midiendo la energía eléctrica a intervalos de 30 minutos. Cuando el inmueble demanda esta potencia eléctrica se considera que trabaja al 100%.

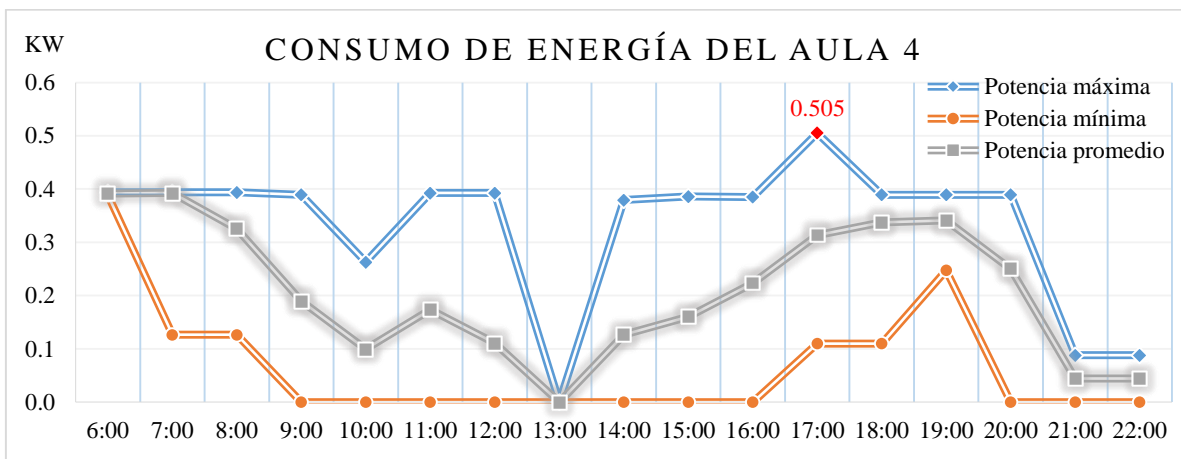


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.851	0.857	0.854	0.475	0.470	0.470	0.455	0.201	0.493	0.491	0.493	0.491	0.499	0.499	0.770	0.000	0.000
Mín.	0.802	0.773	0.475	0.055	0.055	0.112	0.113	0.000	0.000	0.000	0.440	0.457	0.485	0.491	0.491	0.000	0.000
Prom.	0.827	0.822	0.644	0.264	0.269	0.322	0.284	0.101	0.280	0.239	0.474	0.481	0.492	0.494	0.579	0.000	0.000
%	96%	96%	75%	31%	31%	38%	33%	12%	33%	28%	55%	56%	57%	58%	68%	0%	0%

Gráfico 3.3. Consumo de energía del aula 3.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el aula 3 cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el aula 3 del gráfico 3.2.

Fuente: Propia

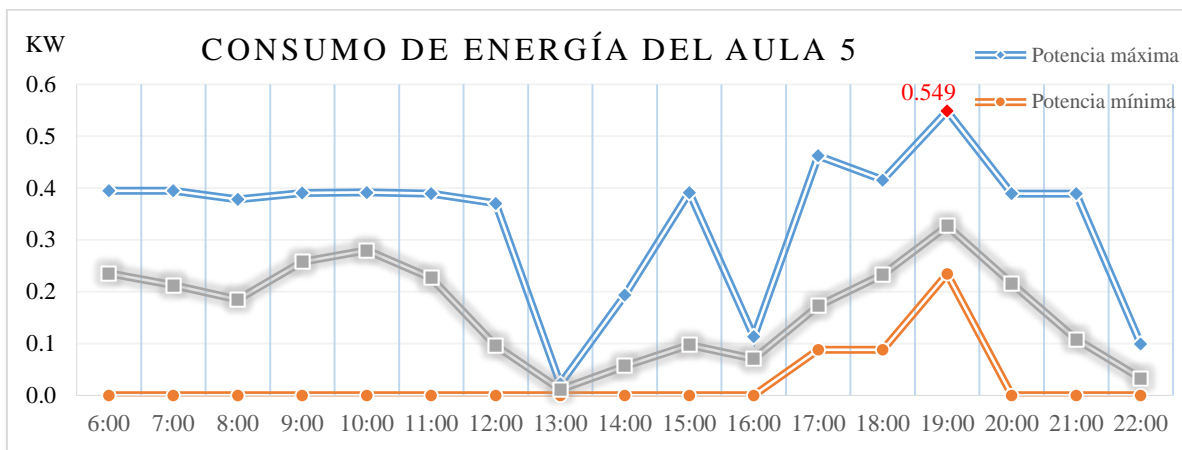


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.394	0.394	0.394	0.389	0.263	0.393	0.393	0.000	0.380	0.386	0.385	0.505	0.389	0.389	0.389	0.088	0.088
Mín.	0.389	0.127	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110	0.110	0.248	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.392	0.393	0.325	0.189	0.100	0.173	0.111	0.000	0.127	0.160	0.223	0.314	0.338	0.341	0.250	0.044	0.044
%	78%	78%	64%	38%	20%	34%	22%	0%	25%	32%	44%	62%	67%	68%	50%	9%	9%

Gráfico 3.4. Consumo de energía del aula 4.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el aula 4 cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el aula 4 del gráfico 3.3.

Fuente: Propia

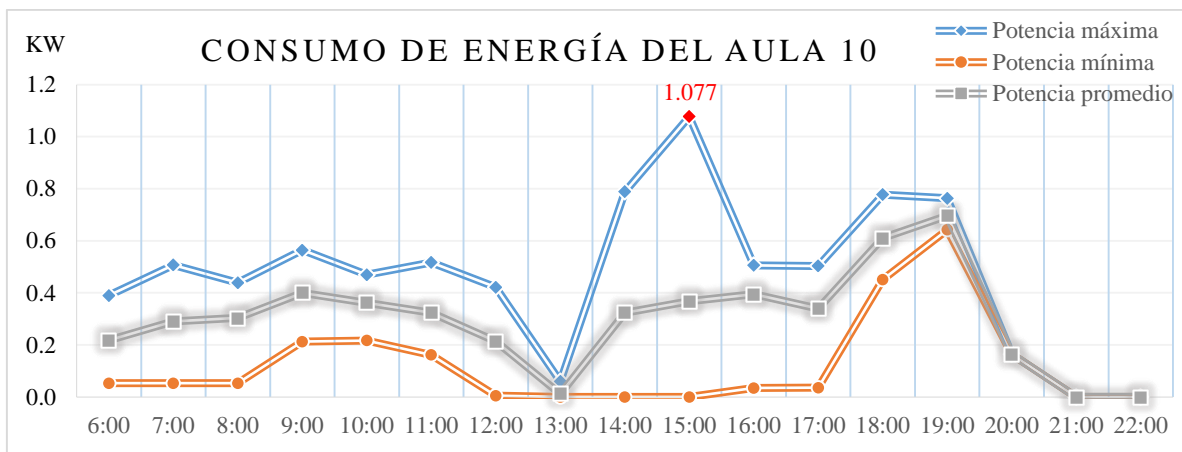


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.395	0.395	0.378	0.391	0.392	0.389	0.371	0.022	0.194	0.392	0.113	0.462	0.416	0.549	0.389	0.389	0.099
Mín.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.088	0.234	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.236	0.212	0.185	0.258	0.280	0.226	0.096	0.011	0.056	0.097	0.071	0.173	0.233	0.327	0.216	0.108	0.033
%	43%	39%	34%	47%	51%	41%	17%	2%	10%	18%	13%	31%	42%	60%	39%	20%	6%

Gráfico 3.5. Consumo de energía del aula 5.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el aula 5 cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el aula 5 del gráfico 3.4.

Fuente: Propia

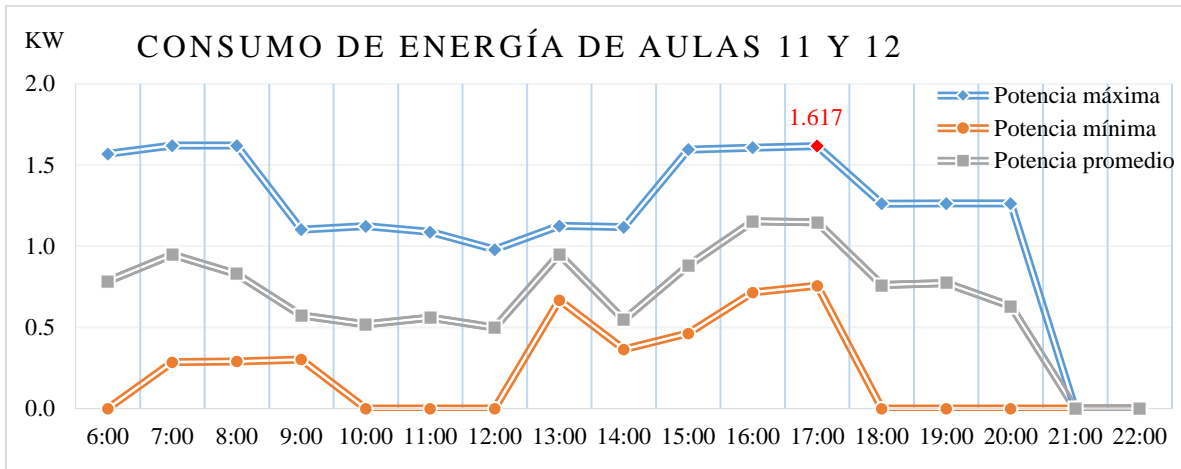


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.389	0.507	0.439	0.564	0.470	0.517	0.421	0.059	0.789	1.077	0.506	0.503	0.778	0.763	0.164	0.000	0.000
Mín.	0.053	0.053	0.053	0.212	0.217	0.162	0.004	0.000	0.000	0.000	0.034	0.035	0.451	0.642	0.164	0.000	0.000
Prom.	0.218	0.290	0.303	0.400	0.362	0.323	0.214	0.011	0.324	0.368	0.395	0.340	0.611	0.696	0.164	0.000	0.000
%	20%	27%	28%	37%	34%	30%	20%	1%	30%	34%	37%	32%	57%	65%	15%	0%	0%

Gráfico 3.6. Consumo de energía del aula 10.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el aula 10 cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el aula 10 del gráfico 3.5.

Fuente: Propia

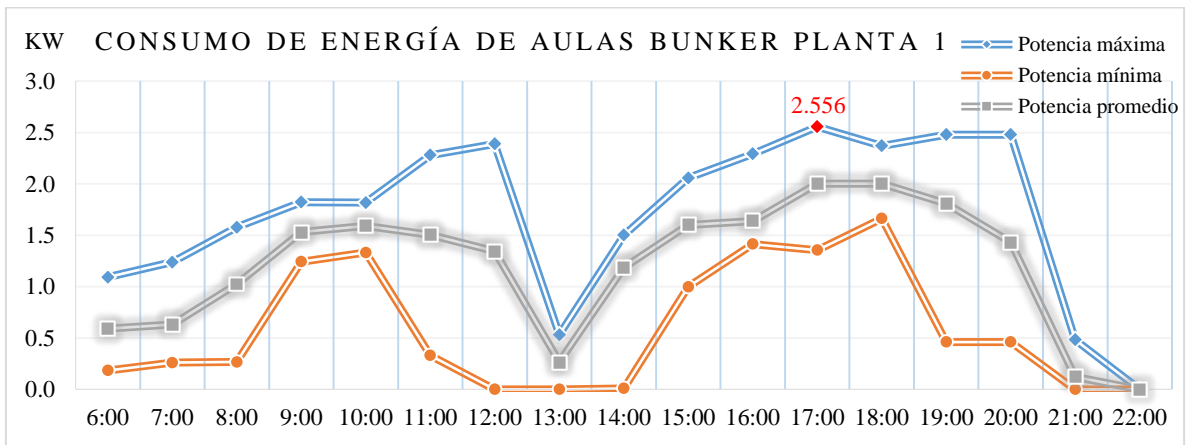


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	1.569	1.619	1.619	1.102	1.123	1.088	0.979	1.125	1.118	1.595	1.607	1.617	1.262	1.263	1.263	0.000	0.000
Mín.	0.000	0.286	0.290	0.303	0.000	0.000	0.000	0.668	0.364	0.463	0.715	0.757	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.784	0.949	0.829	0.573	0.518	0.561	0.500	0.950	0.547	0.881	1.154	1.147	0.760	0.773	0.631	0.000	0.000
%	49%	59%	51%	35%	32%	35%	31%	59%	34%	55%	71%	71%	47%	48%	39%	0%	0%

Gráfico 3.7. Consumo de energía las aulas 11 y 12.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada en aulas 11 y 12 cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para las aulas 11 y 12 del gráfico 3.6.

Fuente: Propia

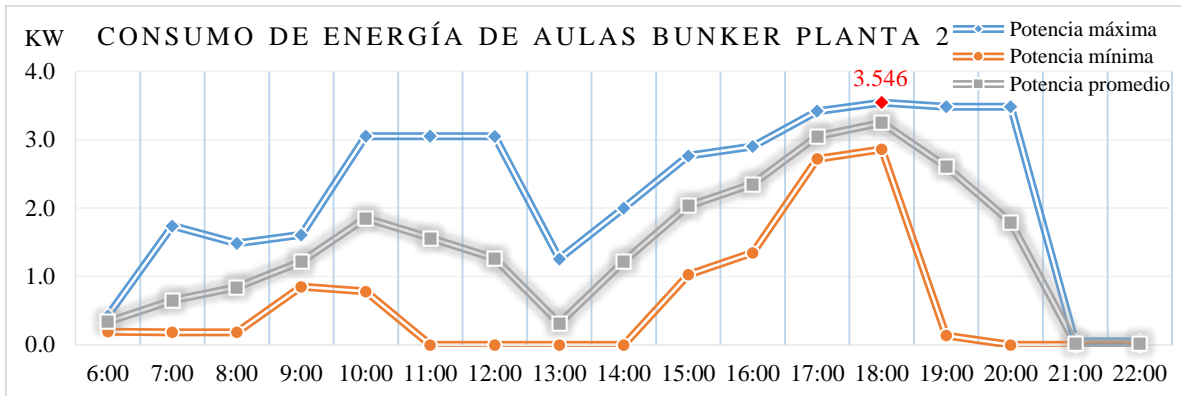


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	1.091	1.239	1.577	1.823	1.818	2.280	2.390	0.531	1.502	2.057	2.294	2.556	2.372	2.479	2.479	0.483	0.000
Mín.	0.184	0.260	0.265	1.243	1.331	0.330	0.000	0.000	0.009	0.999	1.414	1.355	1.664	0.461	0.461	0.000	0.000
Prom.	0.590	0.632	1.025	1.532	1.592	1.505	1.346	0.266	1.187	1.601	1.639	2.002	2.001	1.808	1.431	0.121	0.000
%	23%	25%	40%	60%	62%	59%	53%	10%	46%	63%	64%	78%	78%	71%	56%	5%	0%

Gráfico 3.8. Consumo de energía en las aulas del Bunker planta 1.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la planta 1 del Bunker cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para la planta 1 del Bunker del gráfico 3.7.

Fuente: Propia

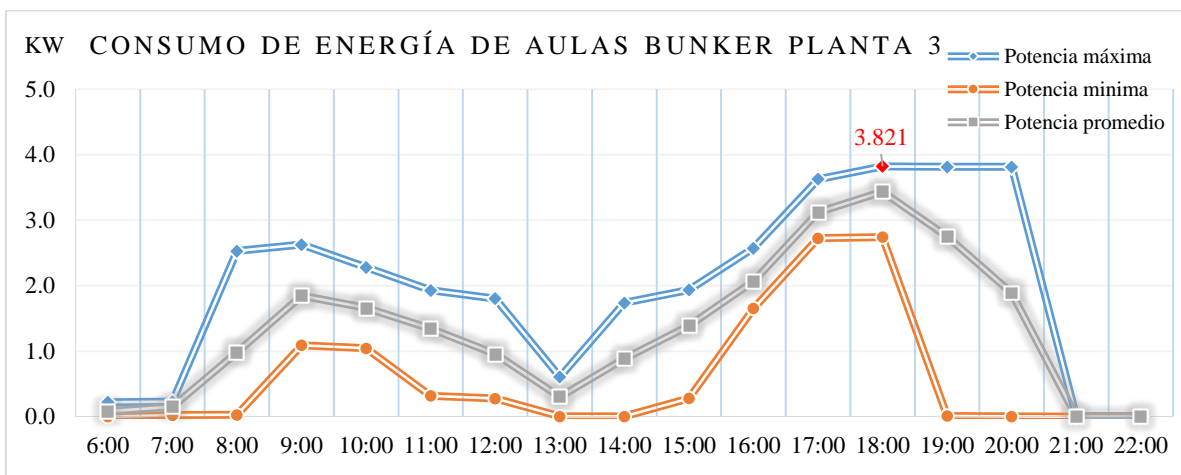


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.425	1.740	1.485	1.609	3.054	3.054	3.053	1.260	2.004	2.765	2.904	3.417	3.546	3.485	3.485	0.052	0.052
Mín.	0.193	0.184	0.184	0.850	0.781	0.000	0.000	0.000	0.000	1.026	1.348	2.723	2.861	0.136	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.337	0.650	0.845	1.216	1.854	1.564	1.264	0.315	1.222	2.034	2.355	3.055	3.248	2.608	1.796	0.026	0.026
%	10%	18%	24%	34%	52%	44%	36%	9%	34%	57%	66%	86%	92%	74%	51%	1%	1%

Gráfico 3.9. Consumo de energía en las aulas del Bunker planta 2.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la planta 2 del Bunker cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para la planta 2 del Bunker del gráfico 3.8.

Fuente: Propia



Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.220	0.228	2.530	2.627	2.279	1.927	1.804	0.607	1.737	1.936	2.574	3.625	3.821	3.814	3.814	0.008	0.008
Mín.	0.000	0.022	0.028	1.091	1.045	0.319	0.278	0.004	0.004	0.279	1.653	2.724	2.742	0.010	0.003	0.000	0.000
Prom.	0.082	0.152	0.982	1.846	1.661	1.346	0.956	0.304	0.884	1.388	2.065	3.119	3.433	2.748	1.886	0.004	0.004
%	2%	4%	26%	48%	43%	35%	25%	8%	23%	36%	54%	82%	90%	72%	49%	0%	0%

Gráfico 3.10. Consumo de energía en las aulas del Bunker planta 3.

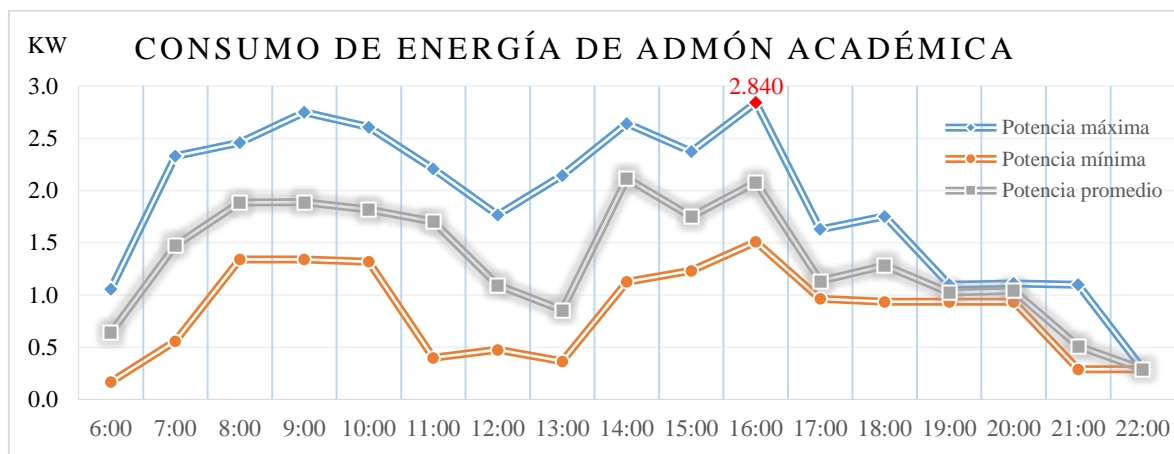
Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la planta 3 del Bunker cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para la planta 3 del Bunker del gráfico 3.9.

Fuente: Propia

3.1.2.2. Consumo de energía eléctrica en unidades administrativas, talleres y clínica

En este apartado se presentan los resultados del consumo eléctrico en los edificios utilizados para funciones administrativas, como: Administración académica, Colecturía, Unidad de post-grado, entre otros; también se muestran los resultados de consumo de otros edificios, como: Clínica de salud bucal, talleres (mecánica industrial y mantenimiento), AGEFMO, Departamento de Biología y otros que a diferencia de los salones de clase cuyo consumo de energía es básicamente en iluminación, tienen otros equipos, como el equipo de oficina, máquina-herramienta, aires acondicionados, entre otros que elevan el consumo eléctrico considerablemente. Además, son edificios que poseen acometida eléctrica propia.

La información recolectada del consumo energético de estos inmuebles durante una semana se resume en los siguientes gráficos del mismo modo que se recolectó y presentó el consumo en las aulas de apartado anterior:

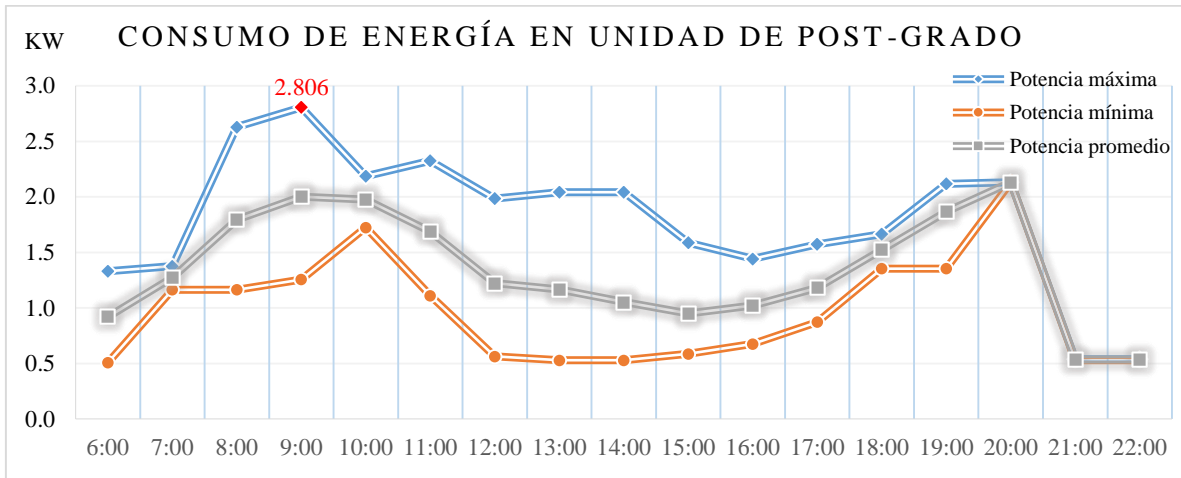


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	1.056	2.330	2.459	2.749	2.607	2.208	1.767	2.145	2.640	2.373	2.840	1.628	1.752	1.099	1.112	1.099	0.293
Mín.	0.169	0.559	1.342	1.342	1.320	0.399	0.476	0.366	1.128	1.232	1.510	0.965	0.935	0.935	0.936	0.290	0.290
Prom.	0.638	1.476	1.884	1.890	1.817	1.702	1.095	0.856	2.116	1.750	2.077	1.134	1.284	1.026	1.041	0.512	0.292
%	22%	52%	66%	67%	64%	60%	39%	30%	75%	62%	73%	40%	45%	36%	37%	18%	10%

Gráfico 3.11. Consumo de energía en la unidad de Administración Académica.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por Administración Académica a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia para Administración Académica del gráfico 3.10.

Fuente: Propia

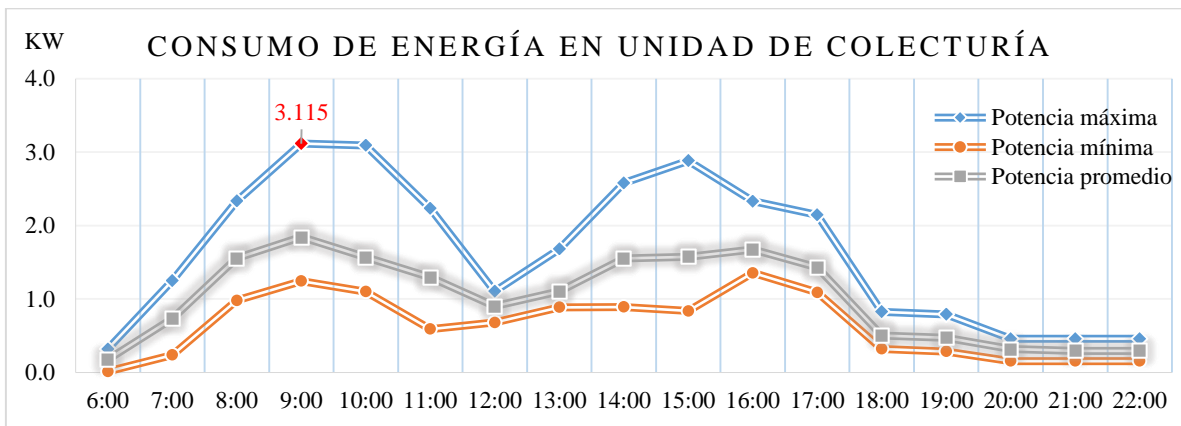


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	1.331	1.375	2.629	2.806	2.187	2.325	1.984	2.043	2.043	1.587	1.442	1.573	1.665	2.118	2.132	0.539	0.539
Mín.	0.506	1.164	1.164	1.256	1.725	1.111	0.563	0.528	0.528	0.585	0.675	0.872	1.354	1.354	2.132	0.528	0.528
Prom.	0.919	1.273	1.795	2.001	1.976	1.689	1.223	1.165	1.053	0.949	1.023	1.181	1.523	1.865	2.132	0.534	0.534
%	33%	45%	64%	71%	70%	60%	44%	42%	38%	34%	36%	42%	54%	66%	76%	19%	19%

Gráfico 3.12. Consumo de energía en la unidad de Post-Grado.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la unidad de Post-Grado a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para de Post-Grado del gráfico 3.11.

Fuente: Propia

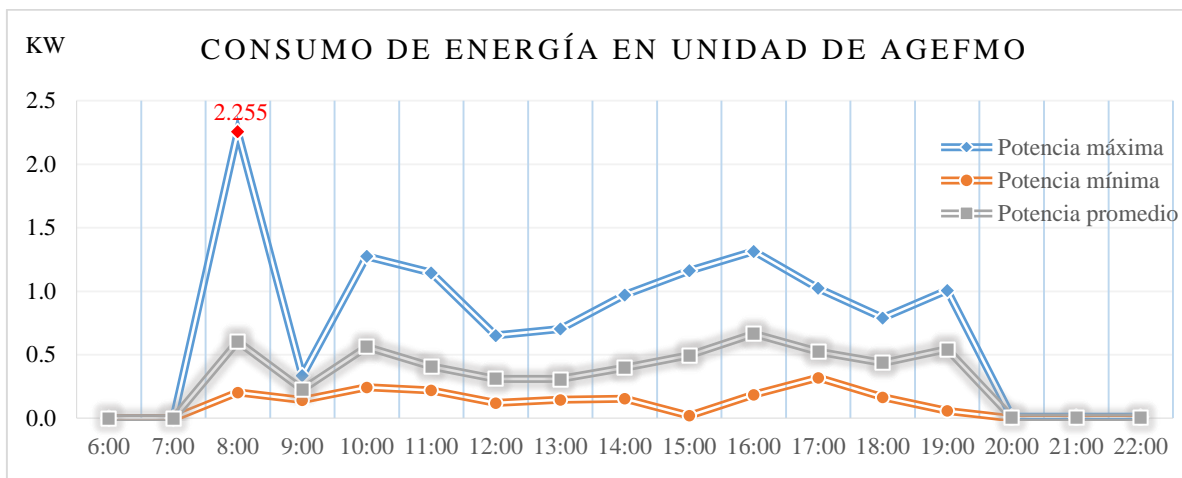


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.318	1.251	2.333	3.115	3.091	2.233	1.103	1.679	2.578	2.882	2.331	2.145	0.824	0.791	0.457	0.457	0.457
Mín.	0.011	0.237	0.979	1.243	1.100	0.590	0.679	0.886	0.891	0.836	1.354	1.088	0.319	0.285	0.154	0.154	0.154
Prom.	0.173	0.732	1.554	1.842	1.569	1.294	0.902	1.103	1.550	1.574	1.672	1.431	0.501	0.471	0.317	0.293	0.293
%	6%	23%	50%	59%	50%	42%	29%	35%	50%	51%	54%	46%	16%	15%	10%	9%	9%

Gráfico 3.13. Consumo de energía en la unidad de Colecturía.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la unidad de Colecturía a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para la unidad de Colecturía del gráfico 3.12.

Fuente: Propia

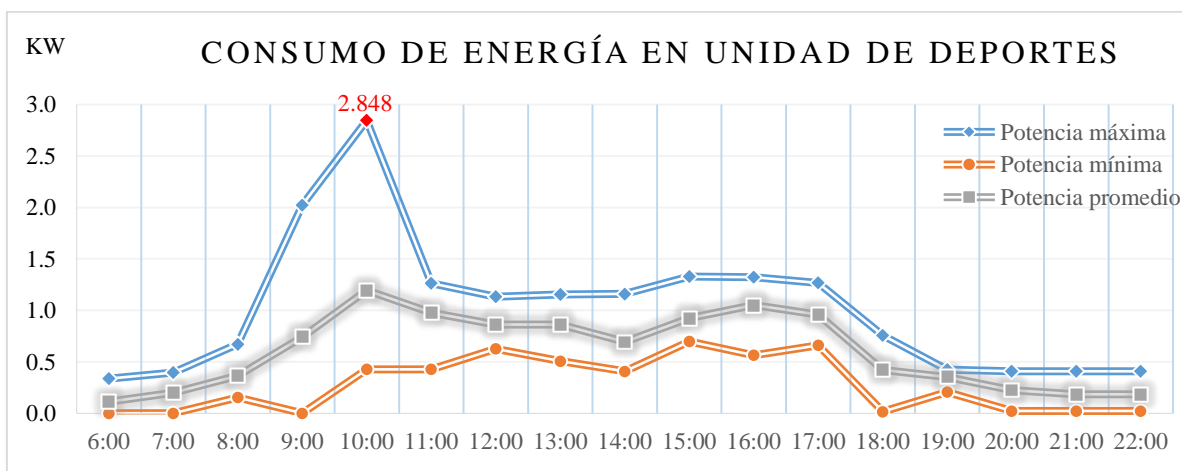


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.000	0.000	2.255	0.336	1.276	1.146	0.651	0.704	0.972	1.162	1.315	1.023	0.790	1.008	0.011	0.011	0.011
Mín.	0.000	0.000	0.204	0.143	0.243	0.220	0.120	0.145	0.154	0.021	0.186	0.319	0.165	0.058	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.000	0.000	0.605	0.227	0.563	0.408	0.310	0.309	0.398	0.497	0.665	0.523	0.436	0.543	0.005	0.004	0.004
%	0%	0%	27%	10%	25%	18%	14%	14%	18%	22%	30%	23%	19%	24%	0%	0%	0%

Gráfico 3.14. Consumo de energía en la unidad de AGEFMO.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la unidad de AGEFMO a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para la unidad de AGEFMO del gráfico 3.13.

Fuente: Propia

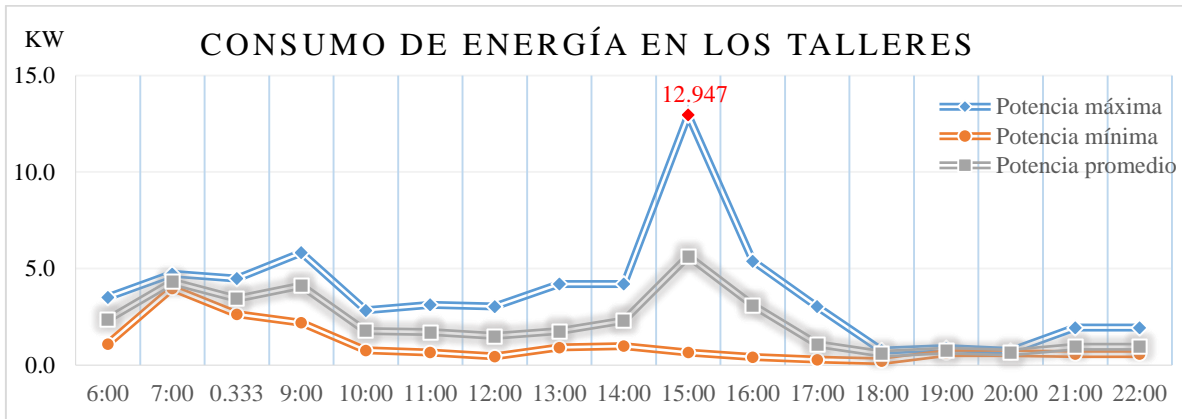


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.337	0.396	0.671	2.024	2.848	1.264	1.133	1.155	1.159	1.329	1.323	1.265	0.757	0.424	0.409	0.409	0.409
Mín.	0.000	0.000	0.154	0.000	0.428	0.427	0.626	0.506	0.407	0.699	0.564	0.660	0.015	0.207	0.021	0.021	0.021
Prom.	0.112	0.199	0.365	0.742	1.194	0.978	0.864	0.863	0.693	0.923	1.052	0.960	0.421	0.353	0.224	0.184	0.184
%	4%	7%	13%	26%	42%	34%	30%	30%	24%	32%	37%	34%	15%	12%	8%	6%	6%

Gráfico 3.15. Consumo de energía en la unidad de Deportes.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la unidad de Deportes a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia para la unidad de Deportes del gráfico 3.14.

Fuente: Propia

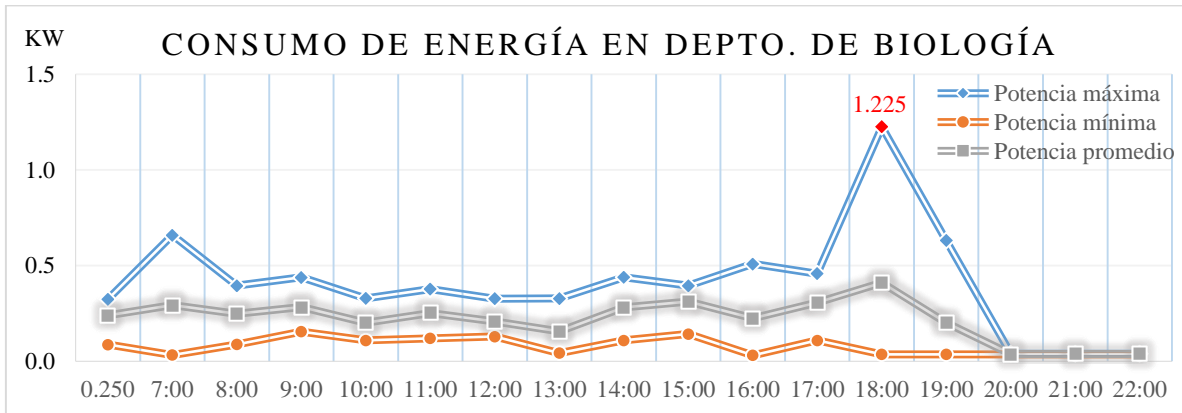


Hora	6:00	7:00	0.333	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	3.520	4.730	4.488	5.830	2.844	3.135	3.036	4.210	4.210	12.95	5.390	3.025	0.765	0.887	0.737	1.950	1.950
Mín.	1.100	3.982	2.640	2.200	0.774	0.663	0.460	0.921	0.998	0.660	0.420	0.287	0.212	0.631	0.634	0.583	0.583
Prom.	2.368	4.320	3.444	4.126	1.770	1.719	1.514	1.762	2.322	5.640	3.109	1.089	0.587	0.761	0.653	0.952	0.952
%	18%	33%	27%	32%	14%	13%	12%	14%	18%	44%	24%	8%	5%	6%	5%	7%	7%

Gráfico 3.16. Consumo de energía en taller de mantenimiento industrial.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por los talleres a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para los talleres del gráfico 3.15.

Fuente: Propia

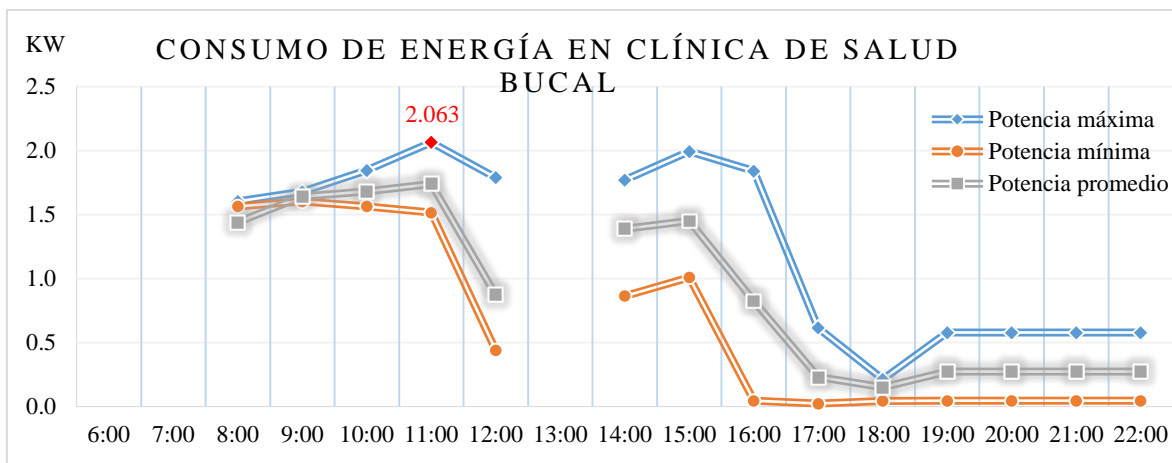


Hora	0.250	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.325	0.660	0.396	0.439	0.330	0.378	0.328	0.329	0.440	0.396	0.509	0.458	1.225	0.633	0.041	0.041	0.041
Mín.	0.088	0.034	0.089	0.156	0.110	0.121	0.130	0.044	0.110	0.143	0.032	0.110	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
Prom.	0.241	0.293	0.249	0.284	0.202	0.253	0.209	0.157	0.283	0.312	0.226	0.307	0.411	0.203	0.038	0.039	0.039
%	20%	24%	20%	23%	16%	21%	17%	13%	23%	25%	18%	25%	34%	17%	3%	3%	3%

Gráfico 3.17. Consumo de energía en el departamento de Biología.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el depto. de Biología a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia para el depto. de Biología del gráfico 3.16.

Fuente: Propia

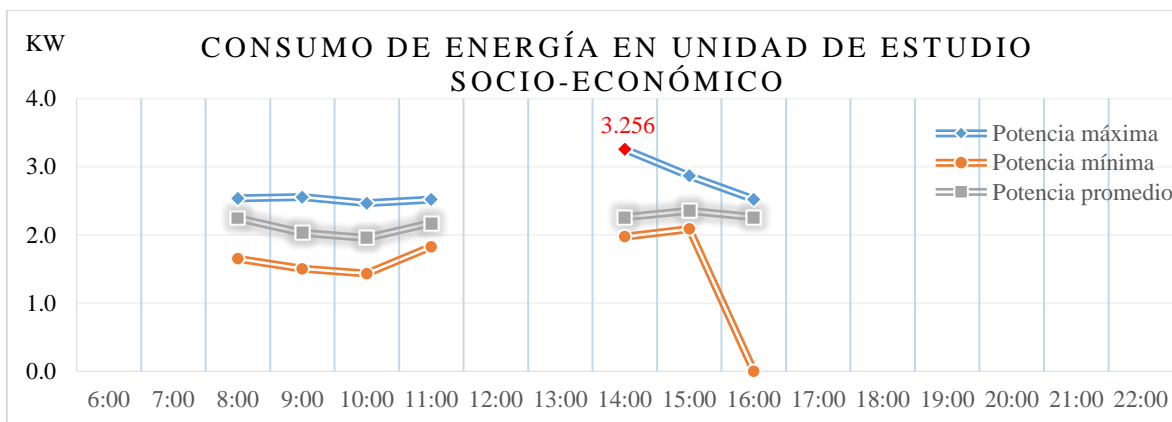


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.			1.603	1.678	1.846	2.063	1.790		1.771	1.993	1.840	0.613	0.212	0.578	0.578	0.578	0.578
Mín.			1.564	1.603	1.564	1.516	0.440		0.864	1.009	0.045	0.022	0.044	0.045	0.045	0.045	0.045
Prom.			1.440	1.640	1.682	1.739	0.873		1.389	1.451	0.824	0.230	0.150	0.274	0.274	0.274	0.274
%			70%	80%	82%	84%	42%		67%	70%	40%	11%	7%	13%	13%	13%	13%

Gráfico 3.18. Consumo de energía en Clínica de Salud Bucal.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la clínica a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para la Clínica de Salud Bucal del gráfico 3.17.

Fuente: Propia



Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.			2.533	2.552	2.464	2.519			3.256	2.864	2.521						
Mín.			1.650	1.503	1.430	1.825			1.975	2.087	0.000						
Prom.			2.245	2.030	1.954	2.172			2.257	2.351	2.257						
%			69%	62%	60%	67%			69%	72%	69%						

Gráfico 3.19. Consumo de energía en la unidad de Estudio Socio-Económico.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por la unidad a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para estudio Socio-Económico del gráfico 3.18.

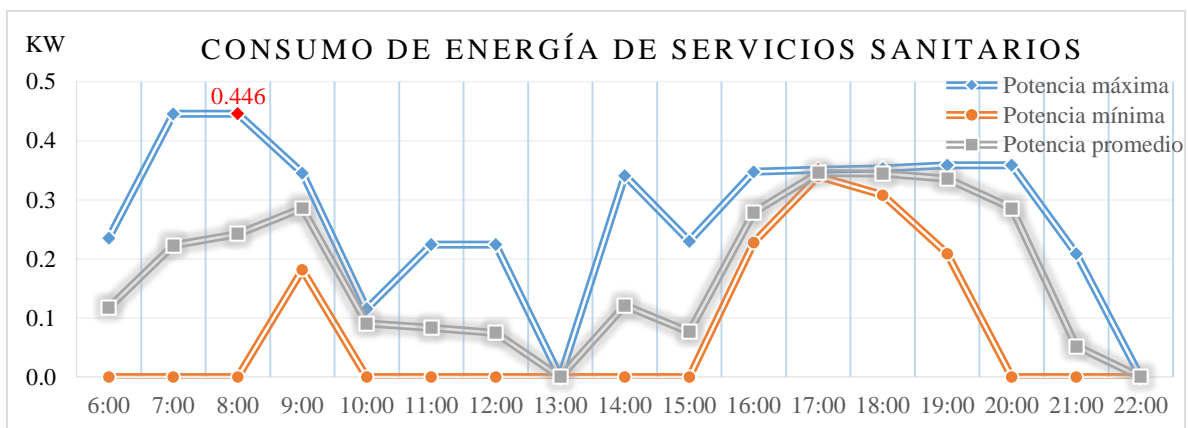
Fuente: Propia

Los datos recolectados para la clínica de Salud Bucal y Unidad de Estudios Socio-económicos distan de ser completos para ciertos intervalos del día, como se aprecia en los gráficos 3.23 y 3.24, donde, las series de potencia eléctrica graficadas mediante a líneas son discontinuas en estos intervalos de horas, ya que, no se cuenta con el valor de potencia consumida, estos mismos datos desconocidos aparecen como celdas vacías en las tablas. Esto es debido a que no se tuvo acceso a los centros de carga en estas unidades en dichos intervalos de horas y no se efectuaron las mediciones de consumo en electricidad.

3.1.2.3. Consumo de energía eléctrica en Áreas Comunes

Se presenta ahora el consumo de energía en lugares donde se reúnen estudiantes de diferentes carreras para realizar actividades como estudiar, platicar, comer, entre otras distintas a recibir clases.

La información recolectada del consumo eléctrico en estas Áreas Comunes durante una semana se resume en los siguientes gráficos y tablas:

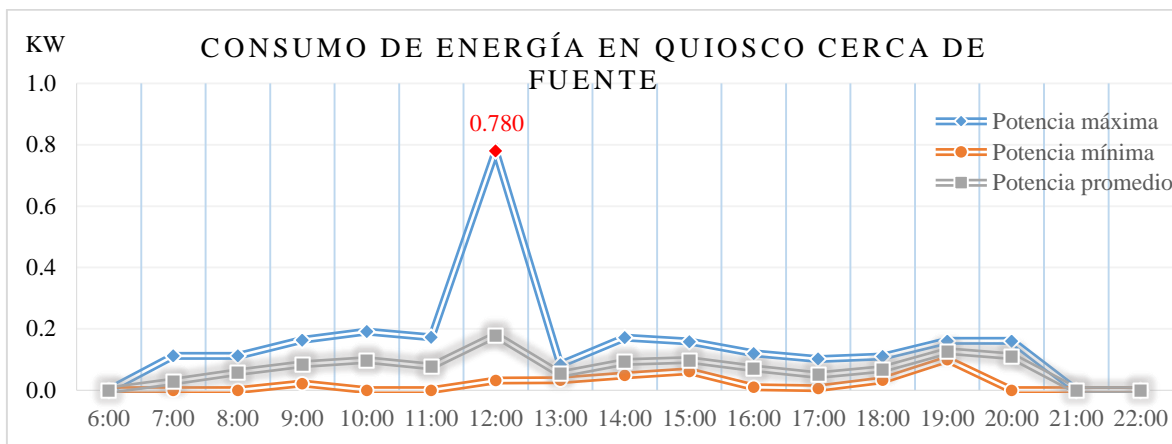


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.235	0.446	0.446	0.345	0.116	0.224	0.224	0.000	0.341	0.230	0.348	0.351	0.353	0.359	0.359	0.209	0.000
Mín.	0.000	0.000	0.000	0.182	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.228	0.340	0.308	0.209	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.118	0.223	0.242	0.286	0.091	0.083	0.075	0.000	0.121	0.076	0.279	0.346	0.344	0.336	0.286	0.052	0.000
%	26%	50%	54%	64%	20%	19%	17%	0%	27%	17%	63%	78%	77%	75%	64%	12%	0%

Gráfico 3.20. Consumo de energía en los Servicios Sanitarios.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por los Baños a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para los Servicios Sanitarios del gráfico 3.19.

Fuente: Propia

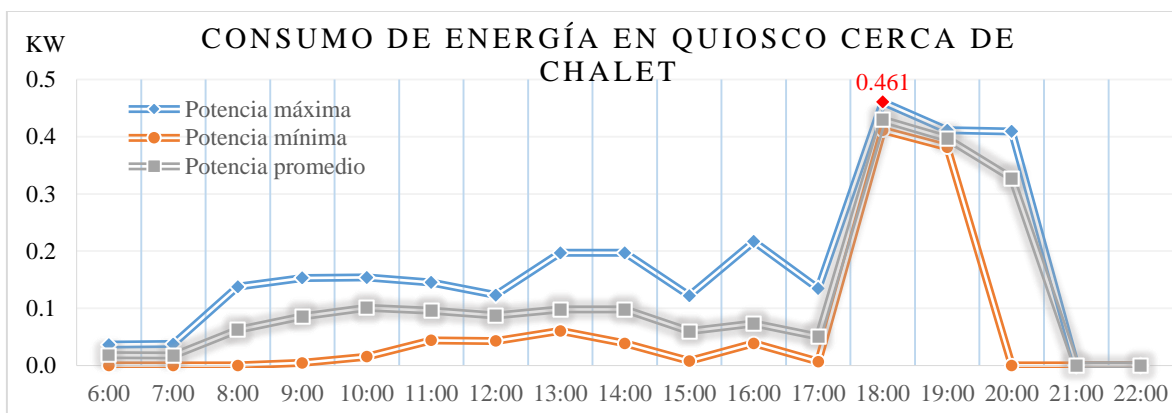


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.000	0.112	0.112	0.164	0.191	0.173	0.780	0.084	0.172	0.158	0.120	0.101	0.110	0.161	0.161	0.000	0.000
Mín.	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.032	0.033	0.048	0.062	0.010	0.007	0.033	0.100	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.000	0.028	0.058	0.085	0.098	0.078	0.179	0.053	0.092	0.098	0.071	0.050	0.069	0.127	0.111	0.000	0.000
%	0%	4%	7%	11%	13%	10%	23%	7%	12%	13%	9%	6%	9%	16%	14%	0%	0%

Gráfico 3.21. Consumo de energía en Quiosco cerca de fuente.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el Quiosco a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para el Quiosco cerca de fuente del gráfico 3.20.

Fuente: Propia

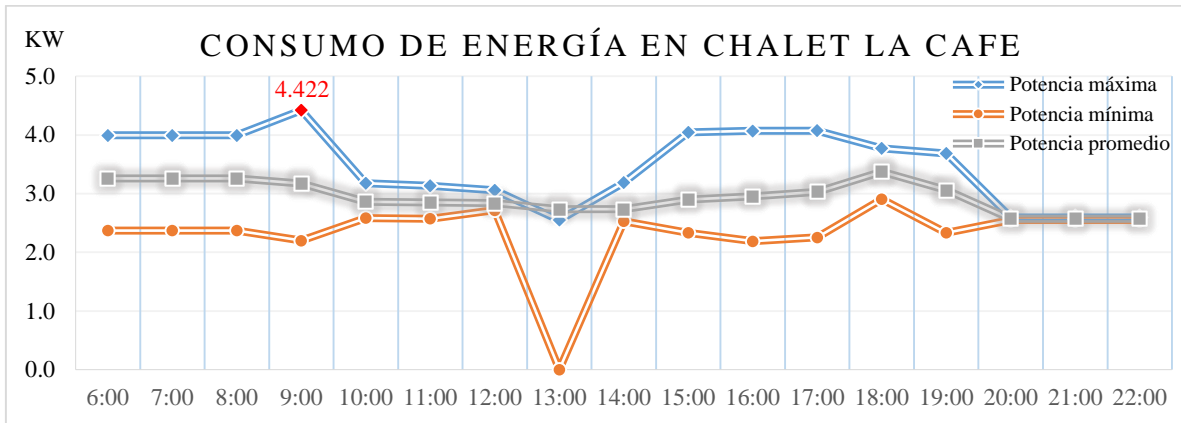


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.036	0.037	0.138	0.153	0.154	0.145	0.123	0.197	0.197	0.122	0.217	0.134	0.461	0.411	0.409	0.000	0.000
Mín.	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.044	0.043	0.061	0.039	0.008	0.039	0.007	0.411	0.382	0.000	0.000	0.000
Prom.	0.018	0.018	0.062	0.086	0.101	0.096	0.087	0.098	0.098	0.060	0.073	0.051	0.430	0.397	0.328	0.000	0.000
%	4%	4%	14%	19%	22%	21%	19%	21%	21%	13%	16%	11%	93%	86%	71%	0%	0%

Gráfico 3.22. Consumo de energía en Quiosco cerca de chalet.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el Quiosco a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para el Quiosco cerca de chalet del gráfico 3.21.

Fuente: Propia

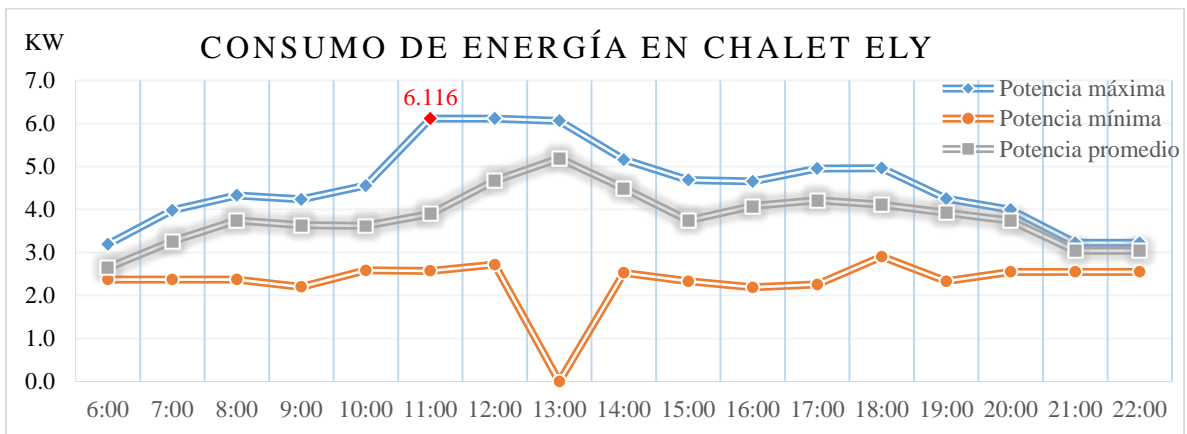


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	3.993	3.993	3.993	4.422	3.179	3.135	3.058	2.552	3.190	4.046	4.070	4.070	3.773	3.685	2.594	2.594	2.594
Mín.	2.371	2.371	2.371	2.200	2.585	2.572	2.717	0.000	2.530	2.332	2.189	2.255	2.905	2.332	2.552	2.552	2.552
Prom.	3.258	3.258	3.258	3.173	2.859	2.847	2.837	2.735	2.735	2.899	2.955	3.031	3.371	3.060	2.573	2.573	2.573
%	74%	74%	74%	72%	65%	64%	64%	62%	62%	66%	67%	69%	76%	69%	58%	58%	58%

Gráfico 3.23. Consumo de energía en Chalet la Café.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el Chalet a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el Chalet la Café del gráfico 3.22.

Fuente: Propia



Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	3.192	3.982	4.330	4.235	4.554	6.116	6.116	6.061	5.159	4.686	4.653	4.950	4.961	4.249	3.993	3.225	3.225
Mín.	2.371	2.371	2.371	2.200	2.585	2.572	2.717	0.000	2.530	2.332	2.189	2.255	2.905	2.332	2.552	2.552	2.552
Prom.	2.646	3.262	3.748	3.633	3.618	3.898	4.670	5.187	4.490	3.747	4.080	4.217	4.114	3.924	3.738	3.038	3.038
%	43%	53%	61%	59%	59%	64%	76%	85%	73%	61%	67%	69%	67%	64%	61%	50%	50%

Gráfico 3.24. Consumo de energía en Chalet Ely.

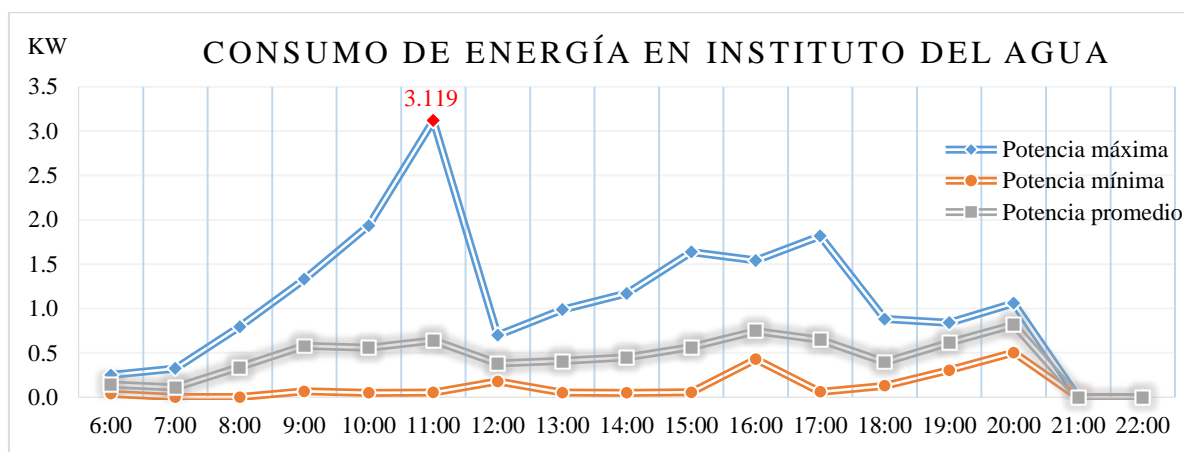
Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el Chalet a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el Chalet Ely del gráfico 3.23.

Fuente: Propia

3.1.2.4. Consumo de energía eléctrica en Edificios

Se presentan ahora los datos donde se midió consumo de energía de edificios completos, ya que, se tornó difícil estratificar el consumo en éstos debido a ciertas limitantes, entre las cuales están: ausencia de planos eléctricos, inaccessos a los centros de carga y por ello tomando mediciones en las líneas secundarias que alimentan al edificio, inmuebles que tienen un solo centro cargas, entre otras. Algunos edificios presentan incluso combinaciones de estas limitantes.

La información recolectada durante una semana sobre el consumo eléctrico en estos edificios se resume en los siguientes gráficos:

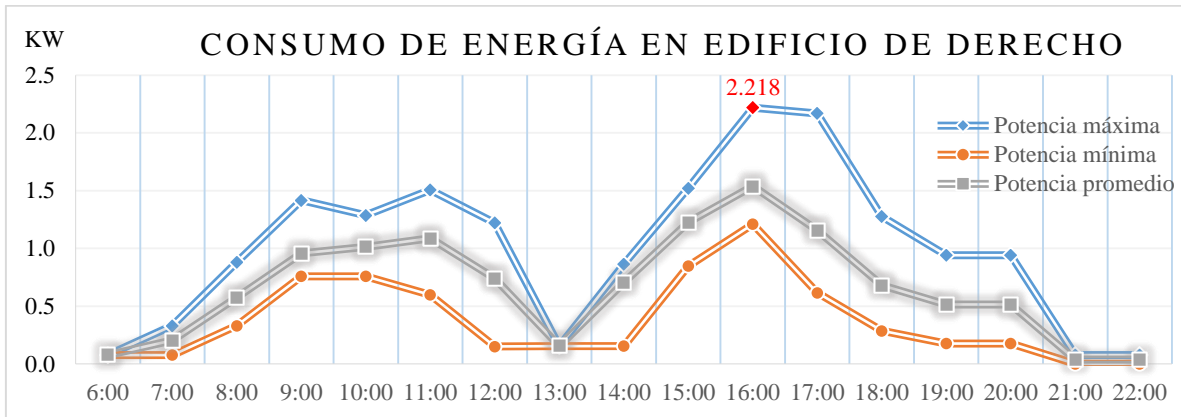


Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.251	0.325	0.794	1.330	1.935	3.119	0.700	0.988	1.169	1.637	1.541	1.815	0.881	0.839	1.060	0.000	0.000
Mín.	0.039	0.002	0.002	0.067	0.051	0.054	0.178	0.052	0.050	0.055	0.429	0.061	0.130	0.305	0.503	0.000	0.000
Prom.	0.145	0.112	0.341	0.578	0.557	0.641	0.382	0.410	0.451	0.564	0.747	0.648	0.397	0.616	0.818	0.000	0.000
%	5%	4%	11%	19%	18%	21%	12%	13%	14%	18%	24%	21%	13%	20%	26%	0%	0%

Gráfico 3.25. Consumo de energía en Instituto del Agua.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el instituto a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el Instituto del Agua del gráfico 3.24.

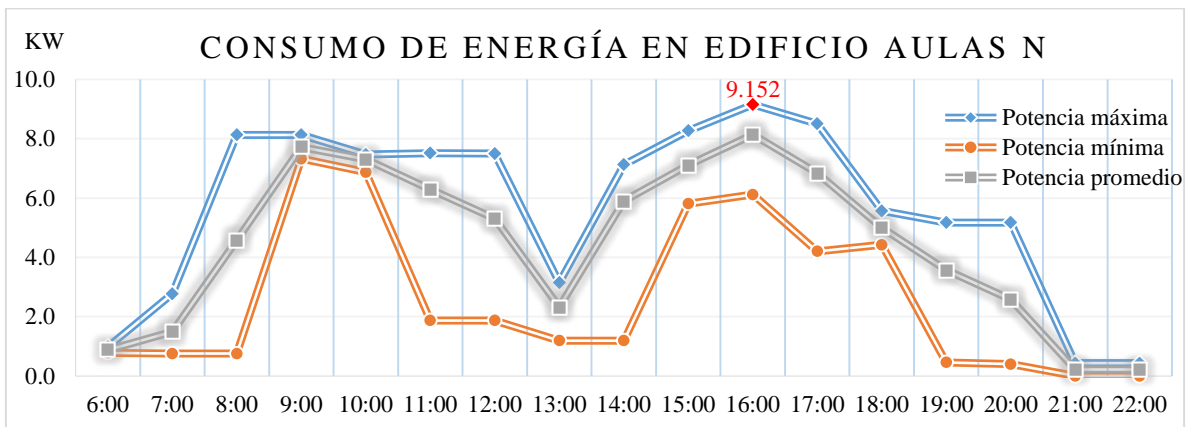
Fuente: Propia



Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.077	0.330	0.880	1.417	1.287	1.507	1.221	0.154	0.864	1.521	2.218	2.168	1.276	0.942	0.942	0.077	0.077
Mín.	0.077	0.077	0.330	0.759	0.759	0.598	0.151	0.154	0.154	0.847	1.210	0.616	0.286	0.176	0.176	0.000	0.000
Prom.	0.077	0.204	0.575	0.956	1.014	1.086	0.742	0.154	0.706	1.227	1.538	1.158	0.680	0.513	0.513	0.039	0.039
%	3%	9%	26%	43%	46%	49%	33%	7%	32%	55%	69%	52%	31%	23%	23%	2%	2%

Gráfico 3.26. Consumo de energía en el edificio de Derecho.

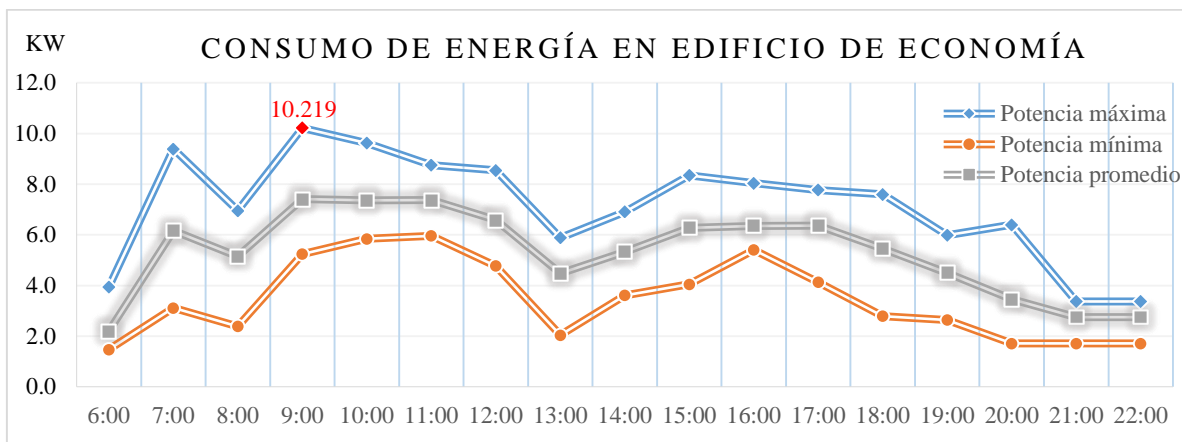
Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por el edificio a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el edificio de Derecho del gráfico 3.25. Fuente: Propia



Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	0.976	2.772	8.129	8.129	7.464	7.513	7.497	3.143	7.128	8.272	9.152	8.503	5.567	5.176	5.176	0.431	0.431
Mín.	0.784	0.757	0.757	7.326	6.875	1.870	1.870	1.190	1.190	5.808	6.118	4.202	4.424	0.459	0.399	0.000	0.000
Prom.	0.879	1.488	4.575	7.719	7.307	6.290	5.311	2.319	5.901	7.110	8.139	6.840	4.995	3.569	2.580	0.216	0.216
%	10%	16%	50%	84%	80%	69%	58%	25%	64%	78%	89%	75%	55%	39%	28%	2%	2%

Gráfico 3.27. Consumo de energía en el edificio aulas N.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por las aulas N a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente los valores de potencia eléctrica para el edificio aulas N del gráfico 3.26. Fuente: Propia



Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Máx.	3.944	9.394	6.952	10.22	9.625	8.756	8.547	5.886	6.912	8.349	8.041	7.766	7.601	5.985	6.397	3.376	3.376
Mín.	1.474	3.113	2.387	5.243	5.843	5.963	4.774	2.038	3.615	4.048	5.408	4.134	2.791	2.639	1.715	1.715	1.715
Prom.	2.196	6.162	5.157	7.406	7.365	7.372	6.590	4.482	5.332	6.277	6.356	6.368	5.457	4.499	3.462	2.758	2.758
%	21%	60%	50%	72%	72%	72%	64%	44%	52%	61%	62%	62%	53%	44%	34%	27%	27%

Gráfico 3.28. Consumo de energía en el edificio de Economía.

Nota: La gráfica detalla la potencia máxima, mínima y promedio demandada por Economía a cada hora del día. La tabla detalla numéricamente la potencia eléctrica para el edificio de Economía del gráfico 3.27.

Fuente: Propia

3.1.3. Análisis de datos de consumo eléctrico en la UES-FMOcc

Lo primero que debe decirse acerca de los datos presentados en las tablas y los gráficos anteriores, es que, si bien describen la cantidad de electricidad consumida en un día promedio por cada inmueble, al analizarlos y sacar deducciones sobre desperdicio de electricidad, no puede tenerse la certeza que en la realidad se está desperdiciando la energía, pues, no se sabe nada acerca de las características del consumo eléctrico descrito, como ejemplo: no se sabe, qué porcentaje de éste pertenece al sistema de iluminación, qué porcentaje pertenece al sistema de climatización y lo mismo para el sistema de equipo ofimático. A demás, no se sabe si el desperdicio sería por un mal uso de la energía donde se analiza la Cultura Energética de la comunidad, por Instalaciones Eléctricas-Electrónicas ineficientes y desactualizadas u otras causas que se analizan en la siguiente parte. Pero las inferencias sobre despilfarros de energía que pueden hacerse sobre los datos no están de más, ya que, pueden comprobarse con diagnósticos individualizados. Se describen algunas presunciones de desperdicio eléctrico en base a los datos anteriores.

Desperdicios de energía por iluminación

Este desperdicio se visualiza principalmente en las gráficas de 3.1 a 3.9, que presentan el consumo de energía en aulas, ya que, la mayor parte de electricidad consumida en éstas es para iluminación. Se observa en los gráficos que en el intervalo de 7:00 am a 5:00 pm correspondiente al horario diurno las aulas funcionan en promedio entre el 35 y 55% de su capacidad, cuando pueden iluminarse estas con luz natural. Es importante aclarar, que decir que el sistema de iluminación en aulas en promedio funciona durante el día a un tercio de su capacidad, no quiere decir, que todo el día se mantienen encendidas un tercio de las luminarias del aula; tampoco, que el total de las luminarias se mantienen encendidas un tercio del tiempo durante el día; al observar las gráficas vemos que a cierta hora el aula se encuentra al 75 %, a otra hora diferente está al 5% de su capacidad, pero el promedio es entre el 35 y 55%. También recordemos, que los datos representan el promedio de una semana de medición, por tanto, el 75% de funcionamiento a cierta hora del día no significa que todos los días se encienden el 75% de las luminarias, sino, que es el promedio de 5 días.

Las deducciones anteriores se pueden extrapolar hasta los edificios y decir que éstos presentan el mismo comportamiento. En la parte de diagnóstico de la Cultura Energética se obtuvo, que en promedio el porcentaje funcionamiento para el sistema de iluminación áreas de trabajo de los edificios es del 70%, peor situación que la deducida anteriormente (ver parte 3.2.2). Al final la presunción de desperdicio en el sistema de iluminación es correcta y podría ser al rededor del 70% del total de energía consumida en luminarias.

Desperdicio de energía por consumo fantasma

El consumo fantasma, es aquel que tienen los aparatos electrónicos por el simple hecho de estar conectados a una toma de corriente. En algunos aparatos es conocido como modo de consumo en Stand By, en televisores o equipos de sonido pueden detectarse estos modos con un LED que se enciende al conectarlos a la toma de electricidad, pero, en general todos los equipos electrónicos incluidos computadoras, impresoras, y demás; tienen consumo fantasma. El consumo fantasma representa entre el 5 y 7% del funcionamiento completo del equipo (Schneider-electric, 2014, p. 11).

En los gráficos se presentan datos de consumo eléctrico hasta las 10:00 pm, ya que, era innecesario hacer más larga la serie de datos en las gráficas, pues el consumo se mantiene

constante desde ese momento hasta las 6:00 am y basta con mostrar el consumo eléctrico de las 10:00 pm e intuir que este será el mismo para las siguientes horas hasta las 6:00 am. En todas las aulas este consumo nocturno es cero (ver gráficos de 3.1 a 3.9) pues básicamente se consume en iluminación que se apaga al terminar las clases, pero, este consumo nocturno no es cero en los edificios como se muestra en los gráficos de 3.10 a 3.27, éste ronda entre el 3 y 19% atribuible al consumo fantasma. Hay otros edificios que presentan un consumo nocturno mayor, como los Chalets y el edificio de Economía que ronda entre el 27 y 58%, pero en estos casos no todo es consumo fantasma, pues, mantienen funcionando cámaras refrigerantes en el caso de los Chalets y aire acondicionado en el edificio de Economía.

Por último, el consumo fantasma no es exclusivo del horario nocturno, pues, durante todo el día hay equipo que se encuentra apagado y está conectado a una toma de corriente, por tanto, éste puede representar un despilfarro considerable de energía eléctrica.

Desperdicio de energía en horarios de descanso

Este desperdicio se visualiza en el horario de 12:00 a 2:00 pm, en este horario correspondiente al descanso por almuerzo el consumo de energía disminuye muy poco comparado con el consumo del horario de trabajo normal. Se infiere que se presenta desperdicio, ya que, en la mayoría de inmuebles el consumo eléctrico de este intervalo es superior al valor mínimo consumo eléctrico en aulas y otras unidades registrado durante las medición directa, incluso en las oficinas administrativas que se cierran al mediodía y no hay presencia de personas dentro el consumo eléctrico es considerable, y cercano las consumo del horario de trabajo (se pueden corroborar en las gráficas de 3.1 a 3.27). En dichas graficas se presenta el valor mínimo de funcionamiento registrado del edificio o aula que en intervalos de descanso como el mencionado debería presentarse, es por eso que se presume tal despilfarro de energía.

No se seguirán escrutando más los datos obtenidos en el diagnóstico a través de medición directa, pues, se utilizarán en la siguiente parte para complementar los diagnósticos a través de medición indirecta.

3.2. DIAGNÓSTICO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LA UES-FMOcc A TRAVÉS DE MEDICIÓN INDIRECTA

Se ha denominado diagnóstico a través de medición indirecta, porque, se mide el consumo de electricidad con técnicas y herramientas diferentes a la medición directa que se obtiene con el voltímetro y el amperímetro. El tipo de técnica y herramienta utilizada para medir el consumo de electricidad depende de la disciplina con la cual se aborde el problema.

En esta parte se desarrollan cuatro diagnósticos que definen el consumo de energía en su integralidad abordándolo desde diferentes disciplinas, estos diagnósticos se basan en los cuatro indicadores de consumo de energía que fueron definidos en la parte 1.7 del capítulo 1 “Metodología y diseño de la investigación”. El objetivo que se persigue en cada uno es el mismo: diagnosticar si el consumo de energía que se tiene en la facultad es demasiado alto, si lo anterior es verdadero encontrar las causas del despilfarro de electricidad y analizar si pueden disminuirse, eliminarse y/o prevenirse. Como se mencionó antes, estas son cuatro maneras diferentes de medir el mismo problema de consumo eléctrico, pero, que en la realidad tienen diferente comportamiento, y por tanto, tienen diferentes formas de solución.

Al realizar cuatro diagnósticos en cuatro diferentes disciplinas a cuatro diferentes poblaciones se obtiene profundidad en la investigación del problema: alto consumo eléctrico. Esto permite encontrar las causas raíces del problema y deducir responsabilidades de dichas causas, permite además una solución completa si se eliminan las causas raíces y no caer en el error dos veces, o sea, no realizar acciones que contribuyan a reproducir éstas. Lo último es un enfoque prospectivo del problema: sabiendo cómo en el pasado se engendraron las causas-problema para los desperdicios de energía presentes, no seguir reproduciendo estas causas-problema en el presente para evitar desperdicios de energía futuros.

Cada diagnóstico se organiza en tres etapas:

- Descripción del indicador de consumo eléctrico bajo diagnóstico
- Presentación de datos del indicador de consumo eléctrico bajo diagnóstico
- Análisis de datos del indicador de consumo eléctrico bajo diagnóstico

Sin nada más que agregar se presentan los diagnósticos en seguida.

3.2.1. DIAGNÓSTICO DE LA TARIFA ELÉCTRICA EN LA UES-FMOcc

En el diagnóstico de la Tarifa Eléctrica trata de identificarse por medio de la factura del servicio eléctrico si el consumo y el pago de los diferentes componentes cobrados es demasiado alto, si lo anterior es verdadero se identifican las causas del alto consumo eléctrico y del costo alto de la factura eléctrica, por último se plantean acciones para corregir el problema de alto consumo y ahorrar en el pago de la factura eléctrica.

El diagnóstico de la tarifa eléctrica va orientado en dos líneas. La primera línea es conocer las oportunidades de reducción en los pagos por uso del servicio eléctrico que la facultad hace a la empresa distribuidora AES-CLESA, y la segunda línea es proyectar el consumo de electricidad con el propósito de estimar los pagos que se realizarán en los próximos años y tomar decisiones en el presente para provocar una reducción de dichos pagos futuros; ambas líneas desarrolladas mediante la optimización de la tarifa eléctrica. Antes, se describe la tarifa del servicio contratado en la universidad.

3.2.1.1. Descripción de la tarifa eléctrica

La Facultad Multidisciplinaria de Occidente tiene contratados dos servicios de energía suministrados por la empresa AES-CLESA. Un primer servicio en pequeña demanda en baja tensión de uso general (**servicio eléctrico 1**), y un segundo servicio en gran demanda en media tensión con medidor horario (**servicio eléctrico 2**), cada uno con tarifa eléctrica diferente. Los detalles de estos servicios se describen a continuación.

3.2.1.1.1. Descripción de la tarifa del servicio eléctrico 1

Este servicio es de tipo **pequeña demanda en baja tensión de uso general**, tiene un límite máximo de potencia instalada de 10 kilovatios. Así, este servicio es ideal para usuarios con negocios pequeños cuya demanda de potencia e igual o menor de 10 kw (las características de servicio se especifican en la figura 3.2).

La tarifa eléctrica de este servicio de uso general se divide en el siguiente pliego tarifario:

- * Cargo por comercialización
- * Cargo por energía

- * Cargo por distribución

El precio de los componentes del pliego tarifario son impuestos por la SIGET bajo peritajes técnicos. El cargo por comercialización es un valor fijo cobrado mensualmente; los cargos por energía y distribución es un cobro variable que depende de la cantidad de energía consumida por el usuario, el cobro en estos dos componentes es por cada kwh consumido por el cliente.

3.2.1.1.2. Descripción de la tarifa del servicio eléctrico 2

El segundo servicio es de tipo **gran demanda en media tensión con medidor horario**, este tiene un límite mínimo de potencia instalada de 50 kW. Así, este servicio es ideal para grandes negocios cuya demanda de potencia es igual o superior a 50 kw (las especificaciones de este servicio se encuentran en la figura 3.3)

La tarifa eléctrica de este servicio en media demanda con medidor horario se divide en el siguiente pliego tarifario:

- * Cargo por comercialización
- * Cargo por energía en punta
- * Cargo por energía en resto
- * Cargo por energía en valle
- * Cargo por distribución

El precio de los componentes del pliego tarifario en este servicio es impuesto por la SIGET bajo peritajes técnicos. El cargo por comercialización es un valor fijo cobrado mensualmente; los cargo por energía en punta, energía en resto y energía en valle es un cobro variable que depende de la cantidad de energía consumida por el usuario en los horarios punta (6:00 pm a 10:59 pm), resto (5:00 am a 5:59 pm) y valle (11:00 pm a 4:59 am); y el cargo por distribución es un cobro variable que depende de la potencia eléctrica máxima demandada por el usuario en el mes, la distribuidora de energía cobra por cada kw de potencia eléctrica demandado en este punto pico máximo.

3.2.1.2. Presentación de datos sobre la tarifa eléctrica

Para tener una perspectiva amplia del comportamiento del consumo de energía eléctrica que se presenta la Facultad es necesario contar con la información que permita una visión completa del comportamiento de la factura eléctrica en los últimos años, estos datos históricos son registrados mensualmente por la empresa AES-CLESA y pueden obtenerse a solicitud del usuario del servicio.

La información que se presenta en las siguientes tablas corresponde al consumo de energía eléctrica en la UES-FMOcc y a los pagos por el suministro del servicio; se presenta además los costos de los pliegos tarifarios y otros reportados por la empresa distribuidora de energía a la facultad en el periodo 2009-2015. La información se obtuvo a través de fuentes secundarias por medio de los registros de la empresa que presta el servicio de electricidad y a través de los registros de Superintendencia General de Electricidad Y Telecomunicaciones (SIGET).

3.2.1.2.1. Presentación de datos del servicio eléctrico 1

Se detallan los precios del pliego tarifario del servicio en **pequeña demanda en baja tensión de uso general** cobrados por la empresa AES-CLESA por el suministro de electricidad a la universidad, así como el consumo de energía eléctrica que tuvo la UES-FMOcc y los pagos que realizó por el uso del servicio en el periodo 2009-2015. La información se presenta en las siguientes tablas.

Precios máximos para el suministro de energía del servicio eléctrico 1

Tabla 3.5. Historial de precios máximos para el suministro del servicio eléctrico 1, periodo 2009-2015.

A partir de:	Cargo cobrado por:	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	0.879770	0.867984	0.879995	0.934739	0.816545	0.822731	0.836763
	Energía (\$ / kwh)	0.099323	0.131405	0.131485	0.181470		0.196798	0.199667
	Distribución (\$ / kwh)	0.037418	0.037128	0.037426	0.038776	0.038845	0.038901	0.039314
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	0.879770 ⁴	0.867984	0.879995	0.934739	0.816545	0.822731	0.836763
	Energía (\$ / kwh)	0.099323	0.131405	0.147036	0.186370	0.201290	0.194709	0.176978
	Distribución (\$ / kwh)	0.037418	0.037128	0.037426	0.038776	0.038845	0.038901	0.039314
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	0.879770	0.867984	0.879995	0.934739	0.816545	0.822731	0.836763
	Energía (\$ / kwh)	0.152295	0.160287	0.170482	0.199931	0.203026	0.194911	0.140008
	Distribución (\$ / kwh)	0.037418	0.037128	0.037426	0.038776	0.038845	0.038901	0.039314
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	0.879770	0.867984	0.879995	0.934739	0.816545	0.822731	0.836763
	Energía (\$ / kwh)	0.152295	0.160287	0.201925	0.199793	0.199464	0.197589	0.148112
	Distribución (\$ / kwh)	0.037418	0.037128	0.037426	0.038776	0.038845	0.038901	0.039314
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	0.879770	0.867984	0.879995	0.934739	0.816545	0.822731	0.836763
	Energía (\$ / kwh)	0.131405	0.131485	0.181470	0.192960	0.196798	0.199667	0.149103
	Distribución (\$ / kwh)	0.037418	0.037128	0.037426	0.038776	0.038845	0.038901	0.039314

Nota: EL precio del pliego tarifario es establecido por la SIGET a la empresa AES-CLESA.

Fuente: Superintendencia general de electricidad y telecomunicaciones (SIGET). Información extraída del sitio web: <http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/tarifas>.

Estos precios son un límite superior en el cobro de la energía eléctrica realizado por la empresa AES-CLESA y son establecidos por la SIGET. Estas tarifas se ajustan cinco veces al año para el caso de cobro por energía eléctrica, y una vez al año para el cobro por comercialización y distribución de energía. El ajuste obedece a variables macroscópicas como el precio del petróleo y el tipo de generación de energía.

⁴ Las celdas vacías y los datos con letras rojas de la tabla es información que no se encuentra disponible en las bases de datos de la SIGET, sin embargo, se infiere cuáles fueron los valores de estos datos faltantes. Al iniciar el año se ajustan las tarifas de cargo por comercialización, por energía y por distribución, de las cuales, la única que sufre variación durante el año es el cargo por energía. El cargo por comercialización y por distribución se mantiene constante durante todo el año y se ajustan al iniciar el año siguiente, por tanto, conociendo éstos para cualquier mes del año se infiere el mismo valor para los meses restantes. También, en el año 2009 y 2010 solo se encuentran tres ajustes del precio de las tarifas de energía, cuya la regla de tres ajustes se rompe realizando cinco a partir del 2011, en consecuencia para los años de 2010 hacia atrás el ajuste del 1 de enero prevalece hasta el 15 de abril y el del 15 de abril hasta el 15 de octubre, permitiendo inferir los precios de tarifa para el 15 de enero y el 15 de julio (ajustes no realizados del 2010 hacia atrás).

Consumo de energía del servicio eléctrico 1

La siguiente tabla presenta el consumo eléctrico mensual para servicio eléctrico 1. Cada columna representa el año en que se sirvió la energía y las filas el mes correspondiente de cada año, para el año 2009 no se proporcionó datos por la empresa distribuidora.

Tabla 3.6. Historial de consumo del servicio eléctrico 1, periodo 2009-2015.

Mes	Consumo en los años (datos en kwh)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	-----	1,920	2,912	3,120	2,440	2,584	2,480
Febrero	-----	2,960	3,440	3,520	2,200	2,976	2,560
Marzo	-----	4,360	4,320	4,480	3,400	3,320	3,280
Abril	-----	4,640	4,840	4,320	3,600	4,120	3,600
Mayo	-----	4,760	4,200	4,200	4,320	3,600	4,040
Junio	-----	4,720	4,280	4,280	4,040	5,480	4,360
Julio	-----	4,280	4,160	3,920	3,760	5,120	3,480
Agosto	-----	3,960	3,400	3,720	3,240	3,800	3,240
Septiembre	-----	4,440	4,040	3,840	3,680	3,636	3,840
Octubre	-----	4,360	4,000	4,400	4,080	3,724	
Noviembre	-----	4,348	4,040	4,040	4,440	3,720	
Diciembre	-----	4,260	4,360	4,160	4,240	3,760	
Total anual	-----	49,008	47,992	48,000	43,440	45,840	30,880

Fuente: AES-CLESA

Pagos realizados por suministro del servicio eléctrico 1

Tabla 3.7. Historial de pagos por consumo del servicio eléctrico 1, periodo 2009-2015.

Mes	Pagos por electricidad en los años						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	\$424.22	\$364.02	\$552.31	\$766.48	\$636.29	\$682.13	\$660.46
Febrero	\$620.06	\$559.83	\$698.86	\$885.88	\$590.57	\$789.53	\$647.57
Marzo	\$700.61	\$827.30	\$895.86	\$1,130.89	\$915.43	\$821.86	\$799.20
Abril	\$970.47	\$878.75	\$1,005.53	\$1,094.60	\$968.99	\$1,083.22	\$873.21
Mayo	\$863.20	\$1,024.78	\$953.30	\$1,107.08	\$1,170.85	\$943.50	\$892.55
Junio	\$1,134.53	\$1,049.21	\$1,002.91	\$1,153.60	\$1,097.85	\$1,445.09	\$880.10
Julio	\$1,029.47	\$947.40	\$969.36	\$1,049.13	\$1,015.05	\$1,349.46	\$702.76
Agosto	\$910.53	\$883.22	\$885.36	\$961.82	\$869.95	\$1,002.84	\$673.15
Septiembre	\$993.09	\$987.03	\$1,084.14	\$1,028.59	\$983.52	\$978.00	\$808.24
Octubre	\$1,096.56	\$972.91	\$1,073.44	\$1,180.44	\$1,095.60	\$986.35	
Noviembre	\$941.32	\$862.20	\$1,018.38	\$1,063.29	\$1,182.74	\$994.48	
Diciembre	\$915.62	\$806.45	\$1,052.05	\$1,082.43	\$1,076.59	\$1,011.90	
Total anual	\$10,599.68	\$10,163.10	\$11,191.50	\$12,504.23	\$11,603.43	\$12,088.36	\$6,937.24

Fuente: AES-CLESA.

Para calcular el pago de la factura mensual se suma el cobro por comercialización, el cobro por energía y el cobro por distribución. Para calcularlos estos se utilizan los precios máximas establecidos por la SIGET (tabla 3.1) y el consumo de energía en la facultad (tabla 3.2). Para ejemplificar el procedimiento se calcula el pago del mes de agosto de 2010.

- * Cobro por energía

En este mes se tuvo un consumo de 3960 kwh y el costo por cada kwh consumido según el pliego tarifario de agosto de 2010 fue de US\$ 0.160287/kwh, para calcular el cobro se multiplica el consumo por el costo dando como resultado US\$ 634.74.

- * Cobro por distribución

Para calcular este se utiliza el consumo de 3960 kwh y el costo por cada kwh distribuido según el pliego tarifario del agosto de 2010 fue de US\$ 0.037128/kwh, para calcular el cobro se multiplica el valor de energía distribuida por el costo dando como resultado US\$ 147.03.

- * Cargo por comercialización

Este es un cobro fijo que se ajusta cada año, para agosto del 2010 fue de US\$ 0.867984

El costo de la factura del mes de agosto de 2010 es la suma del cargo por energía + el cargo por distribución + el cargo por comercialización + el IVA (13% del total). Esto da un valor de US\$ 782.63 + IVA = **US\$ 884.26**. Al final los cálculos varían con los datos de la tabla 3.3 que refleja un pago de \$ 883.22, debido a que hay otros cobros que deben sumarse como uso de red, uso de poste, entre otros.

3.2.1.2.2. Presentación de datos del servicio eléctrico 2

Se detallan los precios del pliego tarifario del servicio en **gran demanda en media tensión con medidor horario** cobrados por la empresa AES-CLESA por el suministro de electricidad a la universidad, así como el consumo de energía eléctrica que tuvo la UES-FMOcc y los pagos que realizó por el uso del servicio en el periodo 2009-2015. La información se presenta en las siguientes tablas.

Precios máximos para el suministro de energía del servicio eléctrico 2

Tabla 3.8. Historial de precios máximos para el suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015.

A partir de:	Cargo cobrado por:	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	9.858561	9.726489	9.861078	10.474530	12.248176	12.340965	12.551438
	Energía punta (\$ / kwh)	0.123388	0.136878	0.136646	0.180465		0.178704	0.179681
	Energía resto (\$ / kwh)	0.119559	0.128779	0.132179	0.180021		0.181311	0.184507
	Energía valle (\$ / kwh)	0.099450	0.103236	0.093247	0.147401		0.173319	0.176012
	Distribución (\$ / kw-mes)	8.933584	8.864170	8.935310	9.257709	11.996774	12.051303	12.176678
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	9.858561	9.726489	9.861078	10.474530	12.248176	12.340965	12.551438
	Energía punta (\$ / kwh)	0.123388	0.136878	0.151732	0.181699	0.182658	0.176564	0.160587
	Energía resto (\$ / kwh)	0.119559	0.128779	0.142320	0.181833	0.185713	0.179654	0.163637
	Energía valle (\$ / kwh)	0.099450	0.103236	0.123070	0.165970	0.176412	0.170767	0.153707
	Distribución (\$ / kw-mes)	8.933584	8.864170	8.935310	9.257709	11.996774	12.051303	12.176678
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	9.858561	9.726489	9.861078	10.474530	12.248176	12.340965	12.551438
	Energía punta (\$ / kwh)	0.152643	0.160090	0.168595	0.191497	0.183115	0.176308	0.126935
	Energía resto (\$ / kwh)	0.152373	0.157708	0.167293	0.193174	0.187025	0.178966	0.128706
	Energía valle (\$ / kwh)	0.117989	0.133348	0.145527	0.188685	0.180708	0.175060	0.124727
	Distribución (\$ / kw-mes)	8.933584	8.864170	8.935310	9.257709	11.996774	12.051303	12.176678
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	9.858561	9.726489	9.861078	10.474530	12.248176	12.340965	12.551438
	Energía punta (\$ / kwh)	0.152643	0.160090	0.203694	0.191508	0.180139	0.178010	0.133529
	Energía resto (\$ / kwh)	0.152373	0.157708	0.192749	0.194285	0.184504	0.182304	0.136530
	Energía valle (\$ / kwh)	0.117989	0.133348	0.183925	0.184432	0.174166	0.175009	0.131546
	Distribución (\$ / kw-mes)	8.933584	8.864170	8.935310	9.257709	11.996774	12.051303	12.176678
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	9.858561	9.726489	9.861078	10.474530	12.248176	12.340965	12.551438
	Energía punta (\$ / kwh)	0.136878	0.136646	0.180465	0.186617	0.178704	0.179681	0.135995
	Energía resto (\$ / kwh)	0.128779	0.132179	0.180021	0.188527	0.181311	0.184507	0.138022
	Energía valle (\$ / kwh)	0.103236	0.093247	0.147401	0.173066	0.173319	0.176012	0.127851
	Distribución (\$ / kw-mes)	8.933584	8.864170	8.935310	9.257709	11.996774	12.051303	12.176678

Nota: El precio del pliego tarifario es establecido por la SIGET a la empresa AES CLESA.

Fuente: Superintendencia general de electricidad y telecomunicaciones (SIGET). Información extraída del sitio web: <http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/tarifas>.

Estos precios son un límite superior en el cobro de la energía eléctrica realizado por la empresa AES-CLESA y son establecidos por la SIGET. Estas tarifas se ajustan cinco veces al año para el caso de cobro por energía eléctrica, y una vez al año para el cobro por comercialización y distribución de energía. El ajuste obedece a variables macroscópicas como el precio del petróleo y el tipo de generación de energía.

Consumo de energía y Factor de potencia del Servicio eléctrico 2.

Para el servicio eléctrico 2 corresponde un pliego tarifario distinto. Por tanto, se presentan los datos históricos de consumo eléctrico en punta, en resto y en valle; además de los datos de potencia máxima del suministro e índice de factor de potencia para 7 años del periodo 2009-2015.

Tabla 3.9. Historial de consumo y factor de potencia del servicio 2, periodo 2009-2015. Tabla 1 de 3

Año	Mes	Demanda en kw		Consumo en kwh				Factor de potencia
		Máxima	Suministrada	Resto	Punta	Valle	Total	
2009	Enero	25	25	2,388	1,676	2,235	6,299	0.736
	Febrero	91	91	10,617	4,115	3,505	18,237	0.862
	Marzo	127	127	16,713	6,198	3,505	26,416	0.906
	Abril	142	142	18,705	7,061	4,293	30,059	0.909
	Mayo	152	152	24,526	8,585	4,394	37,505	0.926
	Junio	163	163	26,111	8,738	4,521	39,370	0.931
	Julio	152	152	24,892	5,893	5,029	35,814	0.928
	Agosto	112	112	12,446	3,200	3,505	19,151	0.875
	Septiembre	107	107	28,143	6,248	4,267	38,658	0.934
	Octubre	173	173	27,823	6,492	4,679	38,994	0.929
	Noviembre	152	152	27,523	6,751	4,719	38,993	0.947
	Diciembre	152	152	25,679	6,518	4,420	36,617	0.939
2010	Enero	91	91	4,115	2,489	3,048	9,652	0.789
	Febrero	107	107	13,970	3,302	3,404	20,676	0.889
	Marzo	147	147	24,435	6,147	4,826	35,408	0.94
	Abril	152	152	20,828	5,994	4,724	31,546	0.924
	Mayo	168	168	29,007	7,214	4,978	41,199	0.945
	Junio	168	168	29,210	7,468	5,486	42,164	0.952
	Julio	152	152	22,809	5,893	4,877	33,579	0.936
	Agosto	147	147	17,831	4,826	4,572	27,229	0.926
	Septiembre	163	163	27,635	7,112	5,283	40,030	0.951
	Octubre	157	157	25,451	6,858	5,639	37,948	0.941
	Noviembre	157	157	26,568	6,604	5,182	38,354	0.954
	Diciembre	142	142	23,724	6,045	4,775	34,544	0.949

Fuente: AES-CLESA.

Tabla 3.10. Historial de consumo y factor de potencia del servicio 2, periodo 2009-2015. Tabla 2 de 3

Año	Mes	Demanda en kw		Consumo en kwh				Factor de potencia
		Máxima	Suministrada	Resto	Punta	Valle	Total	
2011	Enero	61	61	4,216	2,997	3,708	10,921	0.822
	Febrero	127	127	14,529	3,658	4,064	22,251	0.916
	Marzo	157	157	25,857	5,994	4,216	36,067	0.943
	Abril	173	173	30,582	7,163	4,521	42,266	0.949
	Mayo	157	157	20,269	5,182	3,810	29,261	0.928
	Junio	157	157	25,969	6,766	5,467	38,202	0
	Julio	122	122	11,582	2,489	2,184	16,255	0.897
	Agosto	137	137	16,815	3,912	3,708	24,435	0.872
	Septiembre	147	147	26,543	5,121	3,007	34,671	0.871
	Octubre	137	137	23,358	4,775	3,221	31,354	0.862
	Noviembre	127	127	21,219	4,735	3,018	28,972	0.871
	Diciembre	127	127	22,301	4,928	2,794	30,023	0.889
2012	Enero	15	15	4,470	1,981	2,337	8,788	0.733
	Febrero	102	102	12,649	2,845	2,591	18,085	0.851
	Marzo	152	152	24,028	5,588	3,251	32,867	0.888
	Abril	152	152	21,082	4,928	3,150	29,160	0.858
	Mayo	152	152	25,451	5,690	3,200	34,341	0.882
	Junio	142	142	26,924	5,334	3,454	35,712	0.881
	Julio	137	137	22,047	4,318	3,200	29,565	0.882
	Agosto	122	122	16,510	3,810	3,150	23,470	0.875
	Septiembre	142	142	24,384	5,385	3,353	33,122	0.896
	Octubre	132	132	26,213	5,639	3,302	35,154	0.903
	Noviembre	132	132	25,095	5,486	3,404	33,985	0.891
	Diciembre	137	137	23,012	4,877	3,404	31,293	0.891
2013	Enero	15	15	6,096	2,235	2,591	10,922	0.797
	Febrero	122	122	14,580	3,099	2,946	20,625	0.873
	Marzo	152	152	25,044	5,690	3,505	34,239	0.902
	Abril	152	152	21,641	5,486	3,200	30,327	0.882
	Mayo	178	178	27,127	6,553	3,353	37,033	0.894
	Junio	152	152	28,550	6,756	3,505	38,811	0.902
	Julio	163	163	24,841	5,385	3,658	33,884	0.869
	Agosto	147	147	19,558	4,521	3,556	27,635	0.796
	Septiembre	173	173	31,140	6,299	3,658	41,097	0.839
	Octubre	168	168	29,616	6,655	3,810	40,081	0.858
	Noviembre	178	178	29,667	6,452	3,556	39,675	0.843
	Diciembre	173	173	26,518	5,791	3,454	35,763	0.827

Fuente: AES-CLESA.

Tabla 3.11. Historial de consumo y factor de potencia del servicio 2, periodo 2009-2015. Tabla 3 de 3

Año	Mes	Demanda en kw		Consumo en Kwh				Factor de potencia
		Máxima	Suministrada	Resto	Punta	Valle	Total	
2014	Enero	25	25	6,452	2,540	2,794	11,786	0.665
	Febrero	122	122	13,360	3,150	2,896	19,406	0.771
	Marzo	157	157	24,079	5,690	3,556	33,325	0.801
	Abril	173	173	31,166	7,178	3,637	41,981	0.852
	Mayo	168	168	20,853	5,522	3,475	29,850	0.799
	Junio	173	173	27,991	6,807	3,556	38,354	0.853
	Julio	147	147	25,044	6,401	3,759	35,204	0.842
	Agosto	142	142	17,780	4,420	3,658	25,858	0.809
	Septiembre	163	163	28,870	5,776	3,866	38,512	0.849
	Octubre	157	157	29,906	7,280	3,907	41,093	0.849
	Noviembre	147	147	28,346	6,147	3,708	38,201	0.861
	Diciembre	152	152	25,400	5,639	3,861	34,900	0.841
2015	Enero	15	15	5,893	2,388	2,743	11,024	0.628
	Febrero	91	91	12,243	3,200	3,150	18,593	0.744
	Marzo	168	168	23,165	5,588	3,353	32,106	0.818
	Abril	168	168	22,301	5,639	3,454	31,394	0.785
	Mayo	173	173	30,587	7,203	3,861	41,651	0.8
	Junio	173	173	31,237	6,462	3,861	41,560	0.836
	Julio	168	168	26,365	5,588	3,962	35,915	0.839
	Agosto	142	142	17,272	4,420	4,064	25,756	0.8
	Septiembre							
	Octubre							
	Noviembre							
	Diciembre							

Fuente: AES-CLESA.

Pagos por suministro del servicio eléctrico 2

Se presenta el resumen de los pagos realizados en concepto de energía eléctrica servida a la Facultad por la empresa distribuidora. La información se describe en las siguientes tablas.

Tabla 3.12. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 1 de 4

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2009	Enero	\$9.07	\$216.03	\$285.46	\$206.85	\$222.29	\$714.60	\$0.00	-\$9.30	\$122.17	\$0.00	\$0.00	\$1,052.57	\$73,607.24
	Febrero	\$9.86	\$816.89	\$1,574.59	\$628.02	\$429.59	\$2,632.20	\$0.00	-\$34.47	\$449.69	\$0.00	\$0.00	\$3,874.17	
	Marzo	\$9.86	\$1,134.57	\$2,478.67	\$945.91	\$429.59	\$3,854.17	\$0.00	-\$551.31	\$583.99	\$0.00	\$0.00	\$5,031.28	
	Abril	\$9.86	\$1,270.71	\$2,774.00	\$1,077.72	\$526.09	\$4,377.81	\$0.00	-\$19.38	\$740.47	\$0.00	\$0.00	\$6,379.47	
	Mayo	\$9.86	\$1,361.48	\$3,733.82	\$1,310.47	\$519.14	\$5,563.43	\$0.00	-\$68.56	\$901.61	\$0.00	\$0.00	\$7,767.82	
	Junio	\$9.86	\$1,452.24	\$3,978.64	\$1,333.73	\$533.45	\$5,845.82	\$0.00	-\$98.52	\$950.13	\$0.00	\$0.00	\$8,159.53	
	Julio	\$9.86	\$1,361.48	\$3,792.87	\$899.49	\$593.39	\$5,285.75	\$0.00	-\$66.06	\$865.52	\$0.00	\$0.00	\$7,456.55	
	Agosto	\$9.86	\$998.42	\$1,896.43	\$488.52	\$413.58	\$2,798.53	\$0.00	-\$37.46	\$497.35	\$0.00	\$18.04	\$4,284.74	
	Septiembre	\$9.86	\$953.03	\$4,288.26	\$953.77	\$503.48	\$5,745.51	\$0.00	-\$66.97	\$872.19	\$0.00	\$0.00	\$7,513.62	
	Octubre	\$9.86	\$1,543.01	\$4,239.50	\$990.99	\$552.03	\$5,782.52	\$0.00	-\$97.05	\$953.62	\$0.00	\$0.00	\$8,191.96	
	Noviembre	\$9.86	\$1,361.48	\$3,586.34	\$930.98	\$491.69	\$5,009.01	\$0.00	-\$63.68	\$829.45	\$0.00	\$0.00	\$7,146.12	
	Diciembre	\$9.86	\$1,361.48	\$3,306.97	\$892.12	\$456.26	\$4,655.35	\$0.00	-\$60.77	\$783.49	\$0.00	\$0.00	\$6,749.41	
2010	Enero	\$9.82	\$814.84	\$529.90	\$340.72	\$314.66	\$1,185.28	\$0.00	-\$20.82	\$261.31	\$0.00	\$0.00	\$2,250.43	\$80,680.08
	Febrero	\$9.73	\$945.63	\$1,799.04	\$451.97	\$351.37	\$2,602.38	\$0.00	-\$37.23	\$485.50	\$0.00	\$176.70	\$4,182.71	
	Marzo	\$9.73	\$1,305.87	\$3,146.69	\$841.36	\$498.22	\$4,486.27	\$0.00	-\$61.66	\$754.26	\$0.00	\$0.00	\$6,494.47	
	Abril	\$9.73	\$1,350.90	\$2,682.21	\$820.50	\$487.73	\$3,990.44	\$0.00	-\$53.83	\$701.40	\$0.00	\$44.12	\$6,042.76	
	Mayo	\$9.73	\$1,485.99	\$4,574.60	\$1,154.83	\$663.86	\$6,393.29	\$0.00	-\$78.79	\$1,025.90	\$0.00	\$2.36	\$8,838.48	
	Junio	\$9.73	\$1,485.99	\$4,606.65	\$1,195.49	\$731.60	\$6,533.74	\$0.00	-\$80.70	\$1,050.62	\$0.00	\$52.13	\$9,051.51	
	Julio	\$9.73	\$1,350.90	\$3,597.19	\$943.38	\$650.31	\$5,190.88	\$0.00	-\$66.07	\$856.77	\$0.00	\$38.94	\$7,381.15	
	Agosto	\$9.73	\$1,305.87	\$2,812.06	\$772.59	\$609.67	\$4,194.32	\$0.00	-\$56.46	\$718.56	\$0.00	\$17.33	\$6,189.35	
	Septiembre	\$9.73	\$1,440.96	\$4,358.29	\$1,138.56	\$704.50	\$6,201.35	\$0.00	-\$77.01	\$997.30	\$0.00	\$19.42	\$8,591.75	
	Octubre	\$9.73	\$1,395.93	\$4,013.79	\$1,097.90	\$751.92	\$5,863.61	\$0.00	-\$72.94	\$949.84	\$0.00	\$37.09	\$8,183.26	
	Noviembre	\$9.72	\$1,395.93	\$3,534.40	\$907.57	\$490.09	\$4,932.06	\$0.00	-\$63.58	\$828.08	\$0.00	\$32.04	\$7,134.25	
	Diciembre	\$9.73	\$1,260.84	\$3,135.76	\$826.05	\$445.27	\$4,407.08	\$0.00	-\$78.51	\$738.43	\$0.00	\$2.39	\$6,339.96	

Fuente: AES-CLESA

Tabla 3.13. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 2 de 4

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2011	Enero	\$9.76	\$541.62	\$557.32	\$409.55	\$345.79	\$1,312.66	\$0.00	-\$18.52	\$242.34	\$0.00	\$0.00	\$2,087.86	\$81,450.67
	Febrero	\$9.86	\$1,134.78	\$2,057.92	\$551.30	\$492.07	\$3,101.29	\$0.00	-\$42.41	\$552.71	\$0.00	\$5.51	\$4,761.74	
	Marzo	\$9.86	\$1,407.13	\$3,680.00	\$909.54	\$518.91	\$5,108.45	\$0.00	-\$79.07	\$849.74	\$0.00	\$10.76	\$7,306.87	
	Abril	\$9.86	\$1,543.31	\$4,352.37	\$1,086.83	\$556.42	\$5,995.62	\$0.00	-\$83.52	\$985.04	\$0.00	\$28.31	\$8,478.62	
	Mayo	\$9.86	\$1,407.13	\$3,374.03	\$870.68	\$551.61	\$4,796.32	\$0.00	-\$62.96	\$807.75	\$0.00	\$0.00	\$6,958.10	
	Junio	\$9.86	\$1,407.13	\$4,344.51	\$1,140.63	\$795.55	\$6,280.69	\$0.00	-\$77.01	\$1,003.04	\$0.00	\$17.81	\$8,641.52	
	Julio	\$9.86	\$1,089.39	\$1,937.65	\$419.67	\$317.89	\$2,675.21	\$8.03	\$21.68	\$505.05	\$0.00	\$0.00	\$4,309.22	
	Agosto	\$9.86	\$1,225.56	\$3,227.23	\$792.34	\$677.48	\$4,697.05	\$131.52	-\$60.79	\$792.25	\$0.00	\$30.04	\$6,825.49	
	Septiembre	\$9.86	\$1,316.35	\$5,116.14	\$1,043.04	\$553.13	\$6,712.31	\$194.66	-\$82.55	\$1,070.35	\$0.00	\$0.00	\$9,220.98	
	Octubre	\$9.86	\$1,225.57	\$4,502.20	\$972.68	\$592.37	\$6,067.25	\$230.56	-\$75.18	\$979.34	\$0.00	\$0.00	\$8,437.40	
	Noviembre	\$9.86	\$1,134.79	\$3,828.90	\$858.08	\$448.46	\$5,135.44	\$148.93	-\$64.14	\$835.78	\$0.00	\$0.00	\$7,200.66	
Diciembre	\$9.86	\$1,134.78	\$4,014.68	\$889.26	\$411.84	\$5,315.78	\$58.47	-\$246.71	\$859.27	\$0.00	\$90.76	\$7,222.21		
2012	Enero	\$10.04	\$137.60	\$804.76	\$357.54	\$344.45	\$1,506.75	\$277.24	-\$19.51	\$251.13	\$0.00	\$0.00	\$2,163.25	\$89,862.75
	Febrero	\$10.47	\$940.59	\$2,298.46	\$516.66	\$426.68	\$3,241.80	\$158.85	-\$44.76	\$576.42	\$0.00	\$82.26	\$4,965.63	
	Marzo	\$10.47	\$1,410.87	\$4,369.16	\$1,015.33	\$539.60	\$5,924.09	\$71.09	-\$74.03	\$964.16	\$0.00	\$0.00	\$8,306.65	
	Abril	\$10.47	\$1,410.87	\$3,833.40	\$895.34	\$522.74	\$5,251.48	\$220.56	-\$68.80	\$896.15	\$0.00	\$0.00	\$7,720.73	
	Mayo	\$10.48	\$1,410.87	\$4,897.81	\$1,085.95	\$599.18	\$6,582.94	\$118.49	-\$81.40	\$1,060.05	\$0.00	\$31.35	\$9,132.78	
	Junio	\$10.47	\$1,316.82	\$5,201.02	\$1,021.44	\$651.79	\$6,874.25	\$130.61	-\$83.39	\$1,083.20	\$0.00	\$0.00	\$9,331.96	
	Julio	\$10.47	\$1,269.79	\$4,258.95	\$826.88	\$603.87	\$5,689.70	\$102.41	-\$71.24	\$919.41	\$0.00	\$0.00	\$7,920.54	
	Agosto	\$10.48	\$1,128.70	\$3,205.20	\$729.64	\$582.68	\$4,517.52	\$112.94	-\$389.11	\$750.07	\$0.00	\$0.00	\$6,130.60	
	Septiembre	\$10.47	\$1,316.82	\$4,737.45	\$1,031.23	\$618.36	\$6,387.04	\$25.55	-\$78.73	\$1,006.21	\$0.00	\$0.00	\$8,667.36	
	Octubre	\$10.47	\$1,222.76	\$5,092.75	\$1,079.88	\$608.99	\$6,781.62	\$0.00	-\$81.21	\$1,044.89	\$0.00	\$22.62	\$9,001.15	
	Noviembre	\$10.48	\$1,222.76	\$4,755.20	\$1,028.32	\$595.49	\$6,379.01	\$0.00	-\$77.33	\$992.73	\$0.00	\$23.97	\$8,551.62	
	Diciembre	\$10.47	\$1,269.79	\$4,338.46	\$910.09	\$589.05	\$5,837.60	\$0.00	-\$72.72	\$925.34	\$0.00	\$0.00	\$7,970.48	

Fuente: AES-CLESA.

Tabla 3.14. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 3 de 4

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2013	Enero	\$10.95	\$152.21	\$1,149.26	\$417.13	\$448.38	\$2,014.77	\$0.00	-\$21.60	\$283.16	\$0.00	\$0.00	\$2,439.49	\$111,151.47
	Febrero	\$12.25	\$1,462.65	\$2,715.84	\$568.48	\$517.81	\$3,802.13	\$0.00	-\$53.64	\$694.44	\$0.00	\$64.56	\$5,982.39	
	Marzo	\$12.25	\$1,828.31	\$4,651.07	\$1,039.25	\$618.36	\$6,308.68	\$0.00	-\$82.65	\$1,061.93	\$0.00	\$19.31	\$9,147.83	
	Abril	\$12.25	\$1,828.31	\$4,018.98	\$1,002.13	\$564.59	\$5,585.70	\$0.00	\$105.23	\$989.20	\$0.00	\$0.00	\$8,520.69	
	Mayo	\$12.25	\$2,133.02	\$5,067.54	\$1,199.49	\$603.48	\$6,870.51	\$0.00	\$3,253.47	\$1,613.15	\$0.00	\$15.17	\$13,897.57	
	Junio	\$12.25	\$1,828.31	\$5,339.49	\$1,237.20	\$633.42	\$7,210.11	\$0.00	\$74.07	\$1,201.43	\$0.00	\$24.71	\$10,350.88	
	Julio	\$12.25	\$1,950.20	\$4,645.93	\$986.04	\$660.96	\$6,292.93	\$0.00	-\$128.00	\$1,077.60	\$0.00	\$33.70	\$9,238.68	
	Agosto	\$12.25	\$1,767.36	\$3,616.75	\$816.68	\$623.21	\$5,056.64	\$525.89	\$251.45	\$1,013.05	\$0.00	\$93.36	\$8,720.00	
	Septiembre	\$12.25	\$2,072.08	\$5,745.53	\$1,134.73	\$637.03	\$7,517.29	\$458.55	-\$101.41	\$1,315.62	\$0.00	\$59.68	\$11,334.06	
	Octubre	\$12.25	\$2,011.14	\$5,464.34	\$1,198.79	\$663.57	\$7,326.70	\$307.72	-\$97.02	\$1,262.20	\$0.00	\$51.13	\$10,874.12	
	Noviembre	\$12.25	\$2,133.02	\$5,394.78	\$1,154.47	\$616.82	\$7,166.07	\$408.47	-\$97.82	\$1,273.72	\$0.00	\$77.79	\$10,973.50	
Diciembre	\$12.25	\$2,072.08	\$4,807.93	\$1,034.91	\$598.71	\$6,441.55	\$470.23	-\$541.37	\$1,175.03	\$0.00	\$42.49	\$9,672.26		
2014	Enero	\$12.27	\$305.09	\$1,169.74	\$453.90	\$484.25	\$2,107.89	\$674.52	-\$37.92	\$403.01	\$0.00	\$0.00	\$3,464.86	\$107,360.17
	Febrero	\$12.34	\$1,469.29	\$2,404.83	\$557.50	\$496.00	\$3,458.33	\$446.12	-\$55.68	\$709.74	\$0.00	\$73.26	\$6,113.40	
	Marzo	\$12.34	\$1,897.84	\$4,325.92	\$1,004.58	\$607.25	\$5,937.75	\$587.84	-\$467.74	\$1,096.67	\$0.00	\$0.00	\$9,064.70	
	Abril	\$12.34	\$2,081.50	\$5,599.06	\$1,267.38	\$621.13	\$7,487.57	\$359.40	-\$99.47	\$1,295.16	\$0.00	\$21.76	\$11,158.26	
	Mayo	\$12.34	\$2,020.28	\$3,734.92	\$973.85	\$605.30	\$5,314.07	\$536.72	-\$79.16	\$1,031.14	\$0.00	\$48.33	\$8,883.72	
	Junio	\$12.34	\$2,081.50	\$5,009.40	\$1,200.16	\$622.51	\$6,832.07	\$321.11	-\$92.42	\$1,203.55	\$0.00	\$10.96	\$10,369.11	
	Julio	\$12.34	\$1,775.50	\$4,482.10	\$1,128.51	\$658.09	\$6,268.70	\$363.58	-\$87.01	\$1,099.16	\$0.00	\$34.84	\$9,467.11	
	Agosto	\$12.34	\$1,714.18	\$3,231.13	\$785.44	\$640.15	\$4,656.72	\$423.76	-\$69.30	\$884.94	\$0.00	\$0.00	\$7,622.64	
	Septiembre	\$12.34	\$1,959.06	\$5,263.05	\$1,028.18	\$676.56	\$6,967.79	\$355.36	-\$93.80	\$1,221.44	\$0.00	\$101.04	\$10,523.23	
	Octubre	\$12.34	\$1,897.84	\$5,451.98	\$1,295.85	\$683.68	\$7,431.51	\$379.01	-\$167.03	\$1,267.03	\$0.00	\$25.57	\$10,846.27	
	Noviembre	\$12.34	\$1,775.40	\$5,217.62	\$1,102.41	\$651.98	\$6,972.01	\$271.91	-\$90.66	\$1,180.59	\$0.00	\$49.78	\$10,171.37	
	Diciembre	\$12.34	\$1,836.62	\$4,686.48	\$1,013.19	\$679.55	\$6,379.22	\$376.37	-\$86.23	\$1,123.04	\$0.00	\$34.14	\$9,675.50	

Fuente: AES-CLESA.

Tabla 3.15. Pagos mensuales por suministro del servicio eléctrico 2, periodo 2009-2015. Tabla 4 de 4

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2015	Enero	\$12.40	\$184.16	\$1,087.27	\$429.00	\$482.83	\$1,999.10	\$787.65	-\$60.65	\$387.86	\$0.00	\$0.00	\$3,310.52	\$57,782.59
	Febrero	\$12.55	\$1,113.43	\$2,052.83	\$525.77	\$497.72	\$3,076.32	\$498.36	-\$47.77	\$623.09	\$0.00	\$92.20	\$5,368.18	
	Marzo	\$12.55	\$2,041.30	\$3,790.62	\$897.36	\$515.35	\$5,203.33	\$426.67	-\$76.82	\$1,000.80	\$0.00	\$14.40	\$8,622.23	
	Abril	\$12.55	\$2,041.30	\$3,649.30	\$905.52	\$530.97	\$5,085.79	\$584.87	-\$77.09	\$1,004.21	\$0.00	\$0.00	\$8,651.63	
	Mayo	\$12.55	\$2,103.16	\$4,109.02	\$953.47	\$499.59	\$5,562.08	\$378.22	-\$81.11	\$1,054.44	\$0.00	\$54.83	\$9,084.17	
	Junio	\$12.55	\$2,103.16	\$4,020.38	\$820.22	\$481.55	\$5,322.15	\$340.62	-\$77.82	\$1,011.22	\$0.00	\$0.00	\$8,711.88	
	Julio	\$12.55	\$2,041.30	\$3,393.36	\$709.31	\$494.22	\$4,596.89	\$280.41	-\$69.90	\$910.79	\$0.00	\$74.76	\$7,846.80	
	Agosto	\$12.55	\$1,732.01	\$2,336.35	\$585.44	\$530.14	\$3,451.93	\$314.13	-\$55.99	\$718.25	\$0.00	\$14.30	\$6,187.18	
	Septiembre													
	Octubre													
	Noviembre													
	Diciembre													
2016	Enero													
	Febrero													
	Marzo													
	Abril													
	Mayo													
	Junio													
	Julio													
	Agosto													
	Septiembre													
	Octubre													
	Noviembre													
	Diciembre													

Fuente: AES-CLESA

Para el cálculo de la factura mensual se suman los cargos cobrados por la distribuidora eléctrica, es una suma de todas las columnas presentadas en la tabla anterior. Para el cálculo de cada cargo en la factura (cada columna), la empresa AES-CLESA utiliza los precios máximos establecidos por la SIGET. Como ejemplo se calcula para el mes de agosto de 2015

* Cargo por comercialización

Este es un cobro fijo que se ajusta cada año, para agosto del 2015 fue de US\$ 0.867984

* Cargo por distribución

Resulta de multiplicar la potencia máxima suministrada en agosto de 2012 (142 kw) por el costo de distribución del pliego tarifario del mismo mes (US\$ 12.176678/kw-mes). El resultado es igual a US\$ 1729.09

* Cargo por energía

Resulta de multiplicar la energía consumida por la facultad en los horarios punta (4420 kwh), resto (17 272 kwh) y valle (4064 kwh) resumidos en la tabla 3.7; por los costos para el kwh consumido en punta (US\$ 0.133529/kwh), en resto (US\$ 0.136530/kwh) y en valle (US\$ 0.131546/kwh) del pliego tarifario de agosto de 2015 detallados en la tabla 3.4. Los resultados son US\$ 2358.15 por resto, US\$ 590.20 por punta y US\$ 534.60 por valle.

* Multa por Factor de Potencia (FP)

La multa por factor de potencia establece incrementar en 1% el costo total en energía por cada centésima que el índice de FP es menor a 0.9, si el índice es menor que 0.75 se incrementa en 15 % el costo total de energía más 2% por cada centésima menor a 0.75. Si el FP es menor de 0.6 se considera la suspensión del servicio. Para agosto de 2015 se midió un FP de 0.8 representando 10 centésimas debajo del óptimo 0.9 e incurriendo a una multa de 10% del cobro por energía ($\$3,451.93 \cdot 10\% = 345.193$), sin embargo la multa fue de 9.1% ($\$314.13 / \$3451.93 = 0.091$), por lo cual, el valor real del FP fue de 0.809, esto corresponde a una equivocación de AES-CLESA que brinda el índice de FP con tres decimales.

La factura mensual es igual a la suma del cargo por comercialización + cargo por distribución + cargo por energía (punta + resto + valle) + otros cobros + interés por mora + IVA. El pago de enero de 2015 = US\$ 5497.03 + US\$ 5497.43*0.13 = **US\$ 6211.64**

3.2.1.3. Análisis de la tarifa eléctrica

La UES-FMOcc ha contratado dos servicios de electricidad por los cuales ha pagado un promedio de \$100 mil dólares en los últimos años. Estos pagos de factura eléctrica van incrementándose año tras año, debido, a que el consumo de electricidad también va incrementándose. Analizar este incremento y saber cuánto se pagará en los próximos años es importante para el análisis financiero del plan de ahorro de energía, por tanto, debe estimarse si la tendencia creciente en el consumo de electricidad y por consiguiente la tendencia creciente en el pago de la factura eléctrica se mantendrá durante el periodo de evaluación.

Para estimar los pagos de factura eléctrica que realizará la facultad en el periodo de evaluación comprendido entre los años 2016-2036 con el menor error posible, debe estudiarse cuál es el comportamiento que actualmente tiene el consumo de energía eléctrica en la UES-FMOcc y cuál fue el comportamiento que tuvo anteriormente, ya que, el pago depende en gran medida del consumo. En consecuencia debe analizarse las partes componentes del consumo eléctrico y el comportamiento de cada uno. Esto se realiza en base a los datos históricos de consumo y facturación de electricidad presentados en la parte anterior y que fueron proporcionados por la empresa AES-CLESA.

Otro factor importante para obtener una buena estimación del consumo de energía eléctrica es el modelo de pronóstico utilizado, ya que, hay diferentes modelos que se ajustan a diferentes datos o series de tiempo. En el apéndice A se presentan modelos de pronósticos, sus características y los tipos de datos a los cuales se ajustan mejor, buscando reducir el error del pronóstico al mínimo posible. Para el caso del consumo de electricidad en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente se utilizó el modelo de pronóstico aditivo de Holt-Winters, porque los datos presentaban parámetros de estacionalidad y este modelo los describe muy bien. Se presenta entonces una estimación de cuánto pagará la universidad en concepto de energía eléctrica en los próximos años con el menor error posible.

Como segunda parte se presentan las oportunidades de disminución en el costo de la factura que ofrece un análisis de los componentes de la tarifa eléctrica, como la eliminación de multas impuestas por tardanza en los pagos y por violación al índice de factor de potencia, eliminación de pagos por consumos extra, de pago de IVA por consumos extra, entre otros.

3.2.1.3.1. Proyecciones de factura eléctrica del servicio eléctrico 1

Aunque lo que importante de conocer es el pago que universidad hará en los próximos años en concepto de electricidad, no se puede obtener una buena estimación de éste si no se analiza lo que causa dichos pagos. El pago en energía eléctrica depende directamente del consumo de electricidad y de los precios máximos por energía impuestos por la SIGET, ambas varían bajo sus propios términos; un aumento en los pagos de factura eléctrica puede producirse por un aumento en el consumo de energía, por un aumento en la precios máximos o por un aumento en ambos; por tanto, proyectar directamente los pagos de factura podría aumentar el error en la estimación al no saber cuál de los componentes se incrementó, si se pagó más porque se consumió más energía, si se pagó más porque la energía está más cara o se pagó más porque se dieron ambas situaciones, por tanto, se analizan y proyectan el consumo y precios máximos para tener una estimación la más cercana a lo real.

Proyecciones del consumo de energía del servicio eléctrico 1

A continuación se presentan los pronósticos para el consumo de energía eléctrica del servicio 1. Se utilizó el método aditivo de Holt-Winters calculado mediante el software de análisis estadístico SPSS de IBM, que proporciona los valores para parámetros de las constantes de suavización para el nivel (alfa), para la tendencia (gamma) y para la estacionalidad (delta); así como los valores de entrada para en nivel inicial (I_0), para la tendencia inicial (b_0) y las estacionalidades mensuales iniciales (SM_{i-L}), de tal forma que se minimice RMSE (raíz del error cuadrático medio), cuyo valor mínimo proporciona las mejores estimaciones desde el punto de vista estadístico. Para mejor entendimiento de cálculo de estos parámetros revisar el apéndice A “Modelos de pronósticos”.

Tabla 3.16. Descripción de del modelo utilizado para proyectar el consumo del servicio eléctrico 1.

Variable bajo análisis	Descripción del modelo	Parámetros del modelo de suavización		Estadísticos de ajuste del modelo (error)	
		Consumo de energía en el servicio de pequeña demanda uso general de la UES-FMOcc	Aditivo de HOLT-WINTERS con intervalo de confianza de 95%	Alfa (α)	0.612
Gamma (γ)	6.441E-5			MAPE	7.379 %
Delta (δ)	0.000			RMSE	367.41 kwh

Fuente: Propia

Una de las desventajas de utilizar SPSS para proyectar las series de tiempo de cualquier variable es que no proporciona los valores iniciales para el nivel, la tendencia y las estacionalidades, pero ofrece la ventaja de buscar los valores de éstas que minimicen el error.

Tabla 3.17. Proyecciones de consumo de energía 2009-2018, servicio eléctrico 1. Tabla 1 de 2

Mes	Proyecciones de consumo de energía (datos en kwh)									
	2009		2010		2011		2012		2013	
	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado
Enero	----	----	1,920	2250.5	2,912	2687.4	3,120	2,618.4	2,440	2,528.8
Febrero	----	----	2,960	2414.8	3,440	3191.7	3,520	3,292.3	2,200	2,841.2
Marzo	----	----	4,360	3665.9	4,320	4261.1	4,480	4,349.0	3,400	3,366.0
Abril	----	----	4,640	4417.5	4,840	4623.7	4,320	4,755.8	3,600	3,713.3
Mayo	----	----	4,760	4553.7	4,200	4756.1	4,200	4,488.9	4,320	3,643.8
Junio	----	----	4,720	5020.0	4,280	4755.6	4,280	4,652.0	4,040	4,397.7
Julio	----	----	4,280	4429.7	4,160	4057.8	3,920	4,017.7	3,760	3,772.2
Agosto	----	----	3,960	3778.0	3,400	3560.4	3,720	3,397.9	3,240	3,204.8
Septiembre	----	----	4,440	4242.1	4,040	3814.8	3,840	3,947.8	3,680	3,579.0
Octubre	----	----	4,360	4510.5	4,000	4099.8	4,400	4,028.9	4,080	3,788.0
Noviembre	----	----	4,348	4423.1	4,040	4043.5	4,040	4,260.9	4,440	3,971.5
Diciembre	----	----	4,260	4415.5	4,360	4079.7	4,160	4,164.0	4,240	4,296.7
Total anual	----	----	49,008	48,121	47,992	47,932	48,000	47,974	43,440	43,103

Fuente: Propia

Tabla 3.18. Proyecciones de consumo en energía 2009-2018, servicio eléctrico 1. Tabla 2 de 2

Mes	Proyecciones de consumo de energía (datos en kwh)									
	2014		2015		2016		2017		2018	
	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado
Enero	2,584	2,629.2	2,480	2,147.7		2,278.1		2,172.2		2,066.3
Febrero	2,976	2,968.2	2,560	2,717.8		2,644.7		2,538.8		2,432.9
Marzo	3,320	3,890.4	3,280	3,538.5		3,562.0		3,456.1		3,350.2
Abril	4,120	3,867.7	3,600	3,706.9		3,888.7		3,782.8		3,676.9
Mayo	3,600	4,022.2	4,040	3,641.4		3,888.7		3,782.8		3,676.8
Junio	5,480	4,103.5	4,360	4,225.5		4,228.7		4,122.8		4,016.8
Julio	5,120	4,539.8	3,480	3,901.3		3,822.0		3,716.1		3,610.2
Agosto	3,800	4,335.1	3,240	3,083.2		3,262.0		3,156.1		3,050.2
Septiembre	3,636	4,360.1	3,840	3,531.8		3,614.6		3,508.7		3,402.8
Octubre	3,724	4,064.0		3,867.8		3,761.9		3,655.9		3,550.0
Noviembre	3,720	3,860.6		3,872.5		3,766.6		3,660.7		3,554.8
Diciembre	3,760	3,812.8		3,910.9		3,805.0		3,699.0		3,593.1
Total anual	45,840	46,453	30,880	42,145		42,523		41,252		39,981

Fuente: Propia

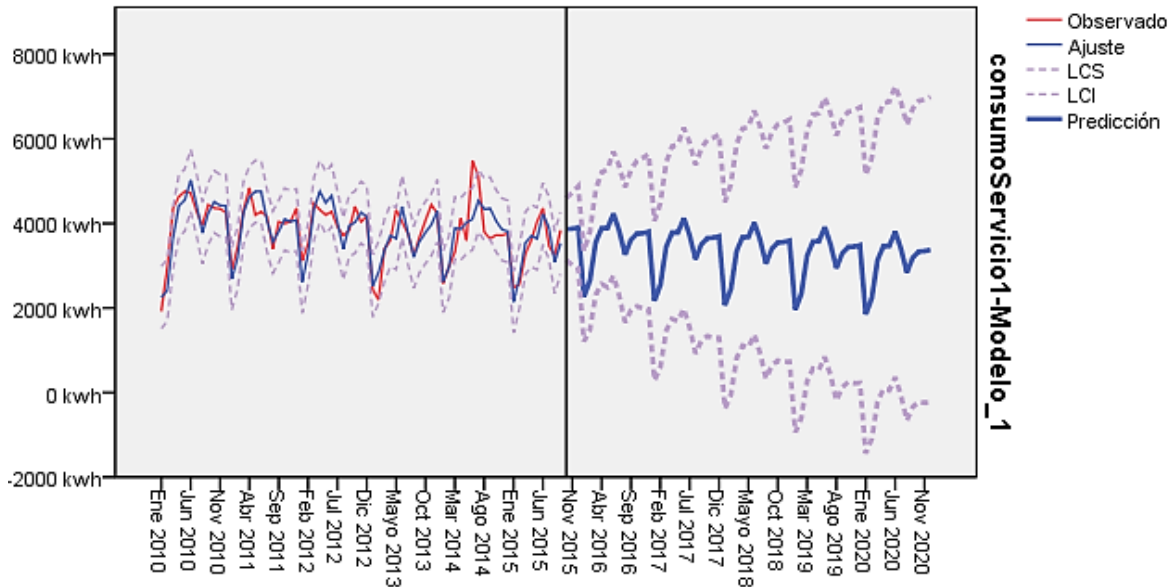


Gráfico 3.29. Proyecciones de consumo en energía 2009-2020, servicio eléctrico 1.
Fuente: Propia

El modelo describe muy bien la serie de tiempo del consumo de energía para el servicio 1, presenta un error absoluto porcentual medio (MAPE) de 7.379% que dice en porcentaje de error cuánto se desvían los valores pronosticados de los valores de consumo reales, esto quiere decir, que en la parte conocida del modelo 2009-2015 los pronósticos se desvían de los valores reales un 7.379% analizados en conjunto, por tanto, dentro de un periodo de predicción valido (2016-2018) se espera tenga la misma desviación de los valores reales. Además, lo que busca un modelo de pronóstico es minimizar la raíz del error absoluto medio (RMSE) que tiene un valor de 367.41 kwh, el menor en los diferentes modelos utilizados. Este valor es la desviación estándar del modelo que asume una distribución normal, por tanto, para el intervalo de confianza del 95%, se espera que el 95% de los datos se encuentre entre el pronóstico $\pm 1.996 \text{ RMSE} = \text{pronóstico} \pm 733.63 \text{ kwh}$ (Límites de control).

Al observar la gráfica se ve el cumplimiento de la distribución normal, la línea en rojo representa los valores reales y líneas grises punteadas los límites de confianza. Claramente puede verse que la línea roja se encuentra dentro de los límites de confianza excepto en el punto junio-2014, los restantes que representan el 98.56% de los datos están dentro de los límites, sería interesante descubrir que elevó el consumo ese mes y verificar si es un valor atípico.

Es importante saber que este modelo de pronóstico se recomienda para corto y medio plazo, ya que, maneja el parámetro de tendencia (decreciente en este caso), que si mantiene en intervalos de tiempo demasiado grandes arroja estimaciones demasiado disparadas de las actuales. Específicamente para el consumo de energía en el servicio 1 se aprecia en la gráfica 3.28 una tendencia decreciente. Al observar los datos de la tabla 3.14 en la fila “Total anual” se logra confirmar que el estimado para el 2015 de 42,145 kwh cae rápidamente a 39981 kwh en el 2018, cuando el menor valor observado ha sido 43440 kwh en el 2013, por tanto, únicamente se considera como válidos los primeros dos años de pronósticos 2016 y 2017. Pero si se necesita ir más adelante en el tiempo, pueden tomarse las estimaciones de 2017 como constantes en el tiempo, solo con el propósito, de describir escenarios futuros.

Proyecciones de precios máximos de energía para servicio eléctrico 1

Se investigó si existen proyecciones de los precios máximos para las tarifas impuestas por la SIGET para el cobro de energía eléctrica, pero no se encontró nada. Y no se han utilizado modelos de pronósticos para proyectar los datos de la SIGET, porque se desconocen las causas de variación en los precios o de la variación en los factores externos que influyen en los precios, como: el precio del petróleo, el tipo de generación de energía eléctrica (hidráulica, geotérmica, eólica), entre otras.

Se ha optado por utilizar el promedio de los datos la tabla 3.1 como pronóstico, ya que, se considera una buena aproximación para el precio de la energía en el próximo quinquenio. Aunque el precio de la energía ha venido en aumento en los últimos años, en el ajuste de tarifa del 15 de julio del año 2015 se ha percibido una considerable reducción influenciada por los precios bajos del petróleo, debido a esto, el costo de la generación de electricidad por medio de bunker ha disminuido. El petróleo ya está en su etapa de declive, lo cual haría pensar que el precio de la electricidad producida por medio de sus derivados se incrementará en la medida que éste aumente su precio, lo cual es un análisis correcto, pero también se considera que El Salvador como muchos otros países está buscando generar electricidad por medios renovables que producen energía más barata que la generada por medios convencionales como los derivados del petróleo, lo cual mantendrá el promedio descrito.

Tabla 3.19. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 1, 2015-2035. Tabla 1 de 3.

A partir de:	Cargo cobrado por:	Promedio (2015)	Proyecciones de precios máximos para el suministro de energía						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	0.862647	0.880763	0.899259	0.918143	0.937424	0.957110	0.977209	0.997731
	Energía (\$ / kwh)	0.156691	0.159982	0.163341	0.166771	0.170273	0.173849	0.177500	0.181228
	Distribución (\$ / kwh)	0.038258	0.039061	0.039882	0.040719	0.041574	0.042447	0.043339	0.044249
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	0.862647	0.880763	0.899259	0.918143	0.937424	0.957110	0.977209	0.997731
	Energía (\$ / kwh)	0.162444	0.165855	0.169338	0.172894	0.176525	0.180232	0.184017	0.187881
	Distribución (\$ / kwh)	0.038258	0.039061	0.039882	0.040719	0.041574	0.042447	0.043339	0.044249
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	0.862647	0.880763	0.899259	0.918143	0.937424	0.957110	0.977209	0.997731
	Energía (\$ / kwh)	0.174420	0.178083	0.181823	0.185641	0.189539	0.193520	0.197584	0.201733
	Distribución (\$ / kwh)	0.038258	0.039061	0.039882	0.040719	0.041574	0.042447	0.043339	0.044249
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	0.862647	0.880763	0.899259	0.918143	0.937424	0.957110	0.977209	0.997731
	Energía (\$ / kwh)	0.179924	0.183702	0.187560	0.191499	0.195520	0.199626	0.203818	0.208099
	Distribución (\$ / kwh)	0.038258	0.039061	0.039882	0.040719	0.041574	0.042447	0.043339	0.044249
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	0.862647	0.880763	0.899259	0.918143	0.937424	0.957110	0.977209	0.997731
	Energía (\$ / kwh)	0.168984	0.172533	0.176156	0.179855	0.183632	0.187488	0.191426	0.195446
	Distribución (\$ / kwh)	0.038258	0.039061	0.039882	0.040719	0.041574	0.042447	0.043339	0.044249

Nota: Las proyecciones son para el servicio eléctrico 1, tarifa de pequeña demanda, uso general

Fuente: Propia.

Tabla 3.20. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 1, 2015-2035. Tabla 2 de 3.

A partir de:	Cargo cobrado por:	Proyecciones de precios máximos para el suministro de energía							
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	1.018683	1.040075	1.061917	1.084217	1.106986	1.130232	1.153967	1.178201
	Energía (\$ / kwh)	0.185033	0.188919	0.192886	0.196937	0.201073	0.205295	0.209606	0.214008
	Distribución (\$ / kwh)	0.045178	0.046127	0.047096	0.048085	0.049094	0.050125	0.051178	0.052253
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	1.018683	1.040075	1.061917	1.084217	1.106986	1.130232	1.153967	1.178201
	Energía (\$ / kwh)	0.191827	0.195855	0.199968	0.204168	0.208455	0.212833	0.217302	0.221866
	Distribución (\$ / kwh)	0.045178	0.046127	0.047096	0.048085	0.049094	0.050125	0.051178	0.052253
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	1.018683	1.040075	1.061917	1.084217	1.106986	1.130232	1.153967	1.178201
	Energía (\$ / kwh)	0.205969	0.210295	0.214711	0.219220	0.223823	0.228524	0.233323	0.238222
	Distribución (\$ / kwh)	0.045178	0.046127	0.047096	0.048085	0.049094	0.050125	0.051178	0.052253
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	1.018683	1.040075	1.061917	1.084217	1.106986	1.130232	1.153967	1.178201
	Energía (\$ / kwh)	0.212469	0.216931	0.221486	0.226137	0.230886	0.235735	0.240685	0.245740
	Distribución (\$ / kwh)	0.045178	0.046127	0.047096	0.048085	0.049094	0.050125	0.051178	0.052253
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	1.018683	1.040075	1.061917	1.084217	1.106986	1.130232	1.153967	1.178201
	Energía (\$ / kwh)	0.199550	0.203740	0.208019	0.212387	0.216848	0.221401	0.226051	0.230798
	Distribución (\$ / kwh)	0.045178	0.046127	0.047096	0.048085	0.049094	0.050125	0.051178	0.052253

Nota: Las proyecciones son para el servicio eléctrico 1, tarifa de pequeña demanda, uso general

Fuente: Propia.

Tabla 3.21. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 1, 2015-2035. Tabla 3 de 3

A partir de:	Cargo cobrado por:	Proyecciones de precios máximos para el suministro de energía							
		2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	1.202943	1.228205	1.253997	1.280331	1.307218			
	Energía (\$ / kwh)	0.218502	0.223091	0.227776	0.232559	0.237443			
	Distribución (\$ / kwh)	0.053350	0.054470	0.055614	0.056782	0.057975			
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	1.202943	1.228205	1.253997	1.280331	1.307218			
	Energía (\$ / kwh)	0.226525	0.231282	0.236139	0.241098	0.246161			
	Distribución (\$ / kwh)	0.053350	0.054470	0.055614	0.056782	0.057975			
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	1.202943	1.228205	1.253997	1.280331	1.307218			
	Energía (\$ / kwh)	0.243225	0.248333	0.253548	0.258872	0.264308			
	Distribución (\$ / kwh)	0.053350	0.054470	0.055614	0.056782	0.057975			
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	1.202943	1.228205	1.253997	1.280331	1.307218			
	Energía (\$ / kwh)	0.250900	0.256169	0.261549	0.267041	0.272649			
	Distribución (\$ / kwh)	0.053350	0.054470	0.055614	0.056782	0.057975			
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	1.202943	1.228205	1.253997	1.280331	1.307218			
	Energía (\$ / kwh)	0.235645	0.240593	0.245646	0.250804	0.256071			
	Distribución (\$ / kwh)	0.053350	0.054470	0.055614	0.056782	0.057975			

Nota: Las proyecciones son para el servicio eléctrico 1, tarifa de pequeña demanda, uso general

Fuente: Propia.

El promedio que es la proyección para el año 2015 que irá incrementado en los siguientes años por la inflación acumulada. La inflación promedio 2.1% entre los años 2008-2014 (Asociación Bancaria Salvadoreña ABANSA, 2015), así las tarifas para el 2016 serán las del 2015 más un 2.1% por motivos de inflación, las del 2020 serán las del 2019 más el 2.1%, y así sucesivamente hasta el último año de análisis.

Proyecciones de pagos por suministro del servicio eléctrico 1

Las proyecciones de los pagos por electricidad del servicio 1, surgen de la combinación de las proyecciones de consumo en electricidad detallados en las tablas 3.13 a 3.14 y de las proyecciones de los precios máximos para el suministro eléctrico descrito en las tablas 3.15 a 3.17. Es importantísimo recordar que las proyecciones de consumo de energía eléctrica se consideraron válidas únicamente en los años 2016 y 2017, pero, la evaluación financiera requiere proyecciones hasta el 2035. Para la evaluación de los años entre el periodo 2018-2035 se utilizan las mismas estimaciones de 2017 como fijas para los siguientes años hasta

el 2035, porque, después de éste periodo el modelo de pronóstico arroja valores demasiado disparados a los actuales. Y tomar las estimaciones de 2017 como fijas para los siguientes años equivale a decir, que si las mismas instalaciones que consumen electricidad en la actualidad se mantienen en el tiempo, tendrán un consumo similar en el transcurrir de los años. Las proyecciones se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 3.22. Proyecciones de pagos por energía 2015-2035, servicio eléctrico 1. Tabla 1 de 3.

Mes	Proyecciones de pagos por electricidad en los años						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Enero	\$660.46	\$513.38	\$499.84	\$510.34	\$521.06	\$532.00	\$543.17
Febrero	\$647.57	\$613.39	\$601.24	\$613.86	\$626.75	\$639.91	\$653.35
Marzo	\$799.20	\$825.80	\$818.10	\$835.28	\$852.82	\$870.73	\$889.02
Abril	\$873.21	\$901.45	\$895.34	\$914.14	\$933.34	\$952.94	\$972.95
Mayo	\$892.55	\$955.18	\$948.71	\$968.63	\$988.97	\$1,009.74	\$1,030.94
Junio	\$880.10	\$1,038.60	\$1,033.88	\$1,055.60	\$1,077.76	\$1,100.40	\$1,123.50
Julio	\$702.76	\$938.81	\$932.00	\$951.57	\$971.55	\$991.95	\$1,012.78
Agosto	\$673.15	\$822.12	\$812.16	\$829.22	\$846.63	\$864.41	\$882.56
Septiembre	\$808.24	\$910.87	\$902.78	\$921.74	\$941.10	\$960.86	\$981.04
Octubre	\$954.56	\$947.95	\$940.62	\$960.37	\$980.54	\$1,001.13	\$1,022.15
Noviembre	\$907.85	\$901.59	\$894.68	\$913.46	\$932.65	\$952.23	\$972.23
Diciembre	\$916.84	\$910.78	\$904.03	\$923.01	\$942.39	\$962.18	\$982.39
Total anual	\$9,716.50	\$10,279.92	\$10,183.37	\$10,397.22	\$10,615.56	\$10,838.49	\$11,066.10

Fuente: Propia

Tabla 3.23. Proyecciones de pagos por energía 2015-2035, servicio eléctrico 1. Tabla 2 de 3.

Mes	Proyecciones de pagos por electricidad en los años						
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Enero	\$554.58	\$566.22	\$578.12	\$590.26	\$602.65	\$615.31	\$628.23
Febrero	\$667.07	\$681.08	\$695.38	\$709.99	\$724.90	\$740.12	\$755.66
Marzo	\$907.69	\$926.75	\$946.21	\$966.08	\$986.37	\$1,007.08	\$1,028.23
Abril	\$993.38	\$1,014.24	\$1,035.54	\$1,057.29	\$1,079.49	\$1,102.16	\$1,125.31
Mayo	\$1,052.59	\$1,074.70	\$1,097.26	\$1,120.31	\$1,143.83	\$1,167.85	\$1,192.38
Junio	\$1,147.10	\$1,171.19	\$1,195.78	\$1,220.89	\$1,246.53	\$1,272.71	\$1,299.44
Julio	\$1,034.05	\$1,055.77	\$1,077.94	\$1,100.57	\$1,123.69	\$1,147.28	\$1,171.38
Agosto	\$901.10	\$920.02	\$939.34	\$959.07	\$979.21	\$999.77	\$1,020.77
Septiembre	\$1,001.64	\$1,022.68	\$1,044.15	\$1,066.08	\$1,088.47	\$1,111.33	\$1,134.66
Octubre	\$1,043.62	\$1,065.53	\$1,087.91	\$1,110.76	\$1,134.08	\$1,157.90	\$1,182.21
Noviembre	\$992.65	\$1,013.49	\$1,034.77	\$1,056.50	\$1,078.69	\$1,101.34	\$1,124.47
Diciembre	\$1,003.02	\$1,024.08	\$1,045.59	\$1,067.55	\$1,089.96	\$1,112.85	\$1,136.22
Total anual	\$11,298.49	\$11,535.76	\$11,778.01	\$12,025.34	\$12,277.88	\$12,535.71	\$12,798.96

Fuente: Propia

Tabla 3.24. Proyecciones de pagos por energía 2015-2035, servicio eléctrico 1. Tabla 3 de 3.

Mes	Proyecciones de pagos por electricidad en los años						
	2029	2030	2031	2032	3033	2034	2035
Enero	\$641.42	\$654.89	\$668.64	\$682.69	\$697.02	\$711.66	\$726.60
Febrero	\$771.53	\$787.73	\$804.28	\$821.17	\$838.41	\$856.02	\$873.99
Marzo	\$1,049.82	\$1,071.87	\$1,094.38	\$1,117.36	\$1,140.83	\$1,164.78	\$1,189.24
Abril	\$1,148.94	\$1,173.07	\$1,197.70	\$1,222.85	\$1,248.53	\$1,274.75	\$1,301.52
Mayo	\$1,217.42	\$1,242.99	\$1,269.09	\$1,295.74	\$1,322.95	\$1,350.73	\$1,379.10
Junio	\$1,326.72	\$1,354.59	\$1,383.03	\$1,412.08	\$1,441.73	\$1,472.01	\$1,502.92
Julio	\$1,195.98	\$1,221.09	\$1,246.73	\$1,272.92	\$1,299.65	\$1,326.94	\$1,354.81
Agosto	\$1,042.20	\$1,064.09	\$1,086.43	\$1,109.25	\$1,132.54	\$1,156.33	\$1,180.61
Septiembre	\$1,158.49	\$1,182.82	\$1,207.66	\$1,233.02	\$1,258.91	\$1,285.35	\$1,312.34
Octubre	\$1,207.04	\$1,232.39	\$1,258.27	\$1,284.69	\$1,311.67	\$1,339.21	\$1,367.34
Noviembre	\$1,148.09	\$1,172.20	\$1,196.81	\$1,221.94	\$1,247.61	\$1,273.81	\$1,300.56
Diciembre	\$1,160.08	\$1,184.45	\$1,209.32	\$1,234.71	\$1,260.64	\$1,287.12	\$1,314.15
Total anual	\$13,067.74	\$13,342.16	\$13,622.35	\$13,908.42	\$14,200.49	\$14,498.70	\$14,803.18

Fuente: Propia

La forma de calcular los pagos es de la misma forma descrita anteriormente, multiplicando el consumo proyectado en cada mes por las tarifas proyectadas de costo por energía y costo por distribución, se suma la proyección del cargo por comercialización. Luego el total se incrementa en 13 % de IVA.

3.2.1.3.2. Proyecciones de factura eléctrica del servicio eléctrico 2

Aunque lo que importante de conocer es el pago que universidad hará en los próximos años en concepto de electricidad, no se puede obtener una buena estimación de éste si no se analiza lo que causa dichos pagos. El pago en energía eléctrica depende directamente del consumo de electricidad y de los precios máximos por energía impuestos por la SIGET, ambas varían bajo sus propios términos; un aumento en los pagos de factura eléctrica puede producirse por un aumento en el consumo de energía, por un aumento en la precios máximos o por un aumento en ambos; por tanto, proyectar directamente los pagos de factura podría aumentar el error en la estimación al no saber cuál de los componentes se incrementó, si se pagó más porque se consumió más energía, si se pagó más porque la energía está más cara o se pagó más porque se dieron ambas situaciones, por tanto, se analizan y proyectan el consumo y precios máximos para tener una estimación la más cercana a lo real.

Proyecciones del consumo de energía para el servicio eléctrico 2

El servicio número 2 es más estructurado en su medición, presenta mediciones en tres tipos de variables de consumo eléctrico (punta, resto y valle), mediciones de potencia máxima suministrada al mes y mediciones de índice de factor de potencia; cada cual contribuye a la factura mensual cobrada por la distribuidora.

A continuación se presentan los pronósticos para las cinco variables del servicio 2. Se utilizó el método aditivo de Holt-Winters calculado mediante el software de análisis estadístico SPSS de IBM, que proporciona los valores para parámetros de las constantes de suavización para el nivel (alfa), para la tendencia (gamma) y para la estacionalidad (delta); así como los valores de entrada para en nivel inicial (I_0), para la tendencia inicial (b_0) y las estacionalidades mensuales iniciales (SM_{i-L}), de tal forma que se minimice RMSE (raíz del error cuadrático medio), cuyo valor mínimo proporciona las mejores estimaciones desde el punto de vista estadístico. Para mejor entendimiento de cálculo de estos parámetros revisar el Apéndice A “Modelos de pronósticos”.

Tabla 3.25. Descripción del modelo utilizado para proyectar el consumo del servicio eléctrico 2.

Variable bajo análisis	Descripción del modelo	Parámetros del modelo de suavización		Estadísticos de ajuste del modelo (error)	
Consumo de energía en horario Resto. Servicio de Gran demanda en media tensión (UES-FMOcc)	Aditivo de HOLT-WINTERS con intervalo de confianza de 95%	Alfa (α)	0.110	MAE	1953.54 kwh
		Gamma (γ)	1.237E-7	MAPE	10.45 %
		Delta (δ)	0.001	RMSE	2720.72 kwh
Consumo de energía en horario Punta. Servicio de Gran demanda en media tensión (UES-FMOcc)	Aditivo de HOLT-WINTERS con intervalo de confianza de 95%	Alfa (α)	0.302	MAE	482.00 kwh
		Gamma (γ)	1.890E-5	MAPE	10.94 %
		Delta (δ)	0.001	RMSE	677.91 kwh
Consumo de energía en horario Valle. Servicio de Gran demanda en media tensión (UES-FMOcc)	Aditivo de HOLT-WINTERS con intervalo de confianza de 95%	Alfa (α)	0.418	MAE	298.15 kwh
		Gamma (γ)	0.002	MAPE	8.61 %
		Delta (δ)	0.001	RMSE	441.20 kwh
Potencia eléctrica máxima servida al mes. Servicio de Gran demanda en media tensión (UES-FMOcc)	Aditivo de HOLT-WINTERS con intervalo de confianza de 95%	Alfa (α)	0.300	MAE	10.73 kwh
		Gamma (γ)	3.465E-5	MAPE	12.57 %
		Delta (δ)	0.000	RMSE	14.70 kwh
Índice de factor de potencia. Servicio de Gran demanda en media tensión (UES-FMOcc)	Aditivo de HOLT-WINTERS con intervalo de confianza de 95%	Alfa (α)	0.641	MAE	0.015
		Gamma (γ)	0.000	MAPE	1.75 %
		Delta (δ)	0.001	RMSE	0.02

Nota: Se describe el modelo utilizado para proyectar el consumo eléctrico en los horarios de punta, resto y valle, así como las proyecciones de potencia eléctrica y factor de potencia para el servicio 2

Fuente: Propia

Una de las desventajas de utilizar SPSS es que no proporciona los valores iniciales para el nivel, la tendencia y las estacionalidades, pero busca los valores que minimicen el error.

Tabla 3.26. Proyecciones de consumo para el servicio eléctrico 2, periodo 2009-2017. Tabla 1 de 3.

Año	Mes	Potencia máxima servida en kw		Consumo de energía eléctrica en kwh						Factor de potencia	
				Resto		Punta		Valle			
		Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado
2009	Enero	25	22	2,388	2950	1,676	2698	2,235	2678	0.736	0.744
	Febrero	91	96	10,617	11219	4,115	3399	3,505	2938	0.862	0.844
	Marzo	127	137	16,713	21350	6,198	6119	3,505	3700	0.906	0.897
	Abril	142	142	18,705	21266	7,061	6508	4,293	3730	0.909	0.897
	Mayo	152	147	24,526	22629	8,585	7032	4,394	3981	0.926	0.912
	Junio	163	146	26,111	25435	8,738	7841	4,521	4554	0.931	0.928
	Julio	152	138	24,892	20023	5,893	6346	5,029	4088	0.928	0.921
	Agosto	112	129	12,446	14936	3,200	5230	3,505	4420	0.875	0.893
	Septiembre	107	139	28,143	25820	6,248	6412	4,267	4124	0.934	0.91
	Octubre	173	134	27,823	25351	6,492	6656	4,679	4374	0.929	0.926
	Noviembre	152	141	27,523	24966	6,751	6352	4,719	4343	0.947	0.932
	Diciembre	152	142	25,679	23284	6,518	6077	4,420	4357	0.939	0.936
2010	Enero	91	34	4,115	4178	2,489	2870	3,048	3304	0.789	0.777
	Febrero	107	125	13,970	12503	3,302	3765	3,404	3644	0.889	0.89
	Marzo	147	162	24,435	22857	6,147	6129	4,826	4068	0.94	0.931
	Abril	152	165	20,828	23460	5,994	6499	4,724	4499	0.924	0.931
	Mayo	168	166	29,007	24819	7,214	6705	4,978	4610	0.945	0.933
	Junio	168	164	29,210	27876	7,468	7198	5,486	5165	0.952	0.948
	Julio	152	153	22,809	22540	5,893	5513	4,877	4849	0.936	0.942
	Agosto	147	139	17,831	16940	4,826	4647	4,572	4799	0.926	0.905
	Septiembre	163	156	27,635	28201	7,112	6498	5,283	4792	0.951	0.947
	Octubre	157	163	25,451	27414	6,858	6977	5,639	5190	0.941	0.95
	Noviembre	157	156	26,568	26540	6,604	6687	5,182	5221	0.954	0.948
	Diciembre	142	155	23,724	24579	6,045	6266	4,775	5063	0.949	0.947
2011	Enero	61	40	4,216	5114	2,997	2859	3,708	3864	0.822	0.787
	Febrero	127	120	14,529	13348	3,658	3911	4,064	4247	0.916	0.915
	Marzo	157	165	25,857	23671	5,994	6338	4,216	4697	0.943	0.957
	Abril	173	170	30,582	24337	7,163	6599	4,521	4610	0.949	0.943
	Mayo	157	176	20,269	26680	5,182	7128	3,810	4590	0.928	0.953
	Junio	157	167	25,969	28567	6,766	6880	5,467	4664	0.00	0.944
	Julio	122	152	11,582	22797	2,489	5078	2,184	4550	0.897	0.906
	Agosto	137	130	16,815	15932	3,912	3315	3,708	3496	0.872	0.867
	Septiembre	147	146	26,543	27191	5,121	5293	3,007	3672	0.871	0.899
	Octubre	137	151	23,358	26394	4,775	5534	3,221	3583	0.862	0.881
	Noviembre	127	142	21,219	25403	4,735	5051	3,018	3271	0.871	0.873
	Diciembre	127	136	22,301	22978	4,928	4559	2,794	3020	0.889	0.867

Nota: La tabla presenta las proyecciones de consumo eléctrico en los horarios punta, resto y valle; proyecciones de potencia máxima suministrada y proyecciones del índice de factor de potencia.

Fuente: Propia

Tabla 3.27. Proyecciones de consumo para el servicio eléctrico 2, periodo 2009-2017. Tabla 2 de 3.

Año	Mes	Potencia máxima servida en kw		Consumo de energía eléctrica en kwh						Factor de potencia	
				Resto		Punta		Valle			
		Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado
2012	Enero	15	22	4,470	3532	1,981	1331	2,337	1844	0.733	0.720
	Febrero	102	94	12,649	11970	2,845	2537	2,591	2495	0.851	0.834
	Marzo	152	139	24,028	22239	5,588	5134	3,251	3059	0.888	0.886
	Abril	152	150	21,082	22864	4,928	5636	3,150	3251	0.858	0.882
	Mayo	152	156	25,451	24312	5,690	5779	3,200	3224	0.882	0.873
	Junio	142	152	26,924	27034	5,334	6093	3,454	3613	0.881	0.886
	Julio	137	136	22,047	21530	4,318	4095	3,200	3092	0.882	0.874
	Agosto	122	123	16,510	15969	3,810	3184	3,150	3074	0.875	0.846
	Septiembre	142	138	24,384	27188	5,385	5170	3,353	3192	0.896	0.893
	Octubre	132	144	26,213	26152	5,639	5527	3,302	3449	0.903	0.895
	Noviembre	132	135	25,095	25501	5,486	5308	3,404	3227	0.891	0.904
	Diciembre	137	132	23,012	23495	4,877	4966	3,404	3156	0.891	0.891
2013	Enero	15	23	6,096	4072	2,235	1599	2,591	2179	0.797	0.730
	Febrero	122	94	14,580	12629	3,099	2801	2,946	2797	0.873	0.878
	Marzo	152	145	25,044	23039	5,690	5395	3,505	3384	0.902	0.917
	Abril	152	155	21,641	23685	5,486	5848	3,200	3547	0.882	0.902
	Mayo	178	159	27,127	25107	6,553	6096	3,353	3417	0.894	0.896
	Junio	152	162	28,550	27925	6,756	6575	3,505	3790	0.902	0.902
	Julio	163	146	24,841	22503	5,385	4861	3,658	3217	0.869	0.893
	Agosto	147	138	19,558	17142	4,521	4041	3,556	3339	0.796	0.845
	Septiembre	173	155	31,140	28565	6,299	5983	3,658	3516	0.839	0.842
	Octubre	168	166	29,616	28123	6,655	6370	3,810	3766	0.858	0.840
	Noviembre	178	161	29,667	27630	6,452	6203	3,556	3625	0.843	0.856
	Diciembre	173	165	26,518	25893	5,791	5882	3,454	3452	0.827	0.842
2014	Enero	25	56	6,452	6594	2,540	2515	2,794	2373	0.665	0.672
	Febrero	122	120	13,360	14913	3,150	3532	2,896	2995	0.771	0.773
	Marzo	157	163	24,079	24937	5,690	5920	3,556	3479	0.801	0.813
	Abril	173	169	31,166	25264	7,178	6215	3,637	3624	0.852	0.800
	Mayo	168	175	20,853	27565	5,522	6864	3,475	3645	0.799	0.840
	Junio	173	170	27,991	29420	6,807	6799	3,556	3974	0.853	0.821
	Julio	147	159	25,044	23773	6,401	5033	3,759	3347	0.842	0.833
	Agosto	142	142	17,780	18294	4,420	4468	3,658	3457	0.809	0.806
	Septiembre	163	157	28,870	29395	5,776	6250	3,866	3628	0.849	0.836
	Octubre	157	163	29,906	28611	7,280	6399	3,907	3918	0.849	0.845
	Noviembre	147	156	28,346	28097	6,147	6412	3,708	3755	0.861	0.852
	Diciembre	152	152	25,400	26161	5,639	5936	3,861	3592	0.841	0.853

Nota: La tabla presenta las proyecciones de consumo eléctrico en los horarios punta, resto y valle; proyecciones de potencia máxima suministrada y proyecciones del índice de factor de potencia.

Fuente: Propia

Tabla 3.28. Proyecciones de consumo para el servicio eléctrico 2, periodo 2009-2017. Tabla 3 de 3.

Año	Mes	Potencia máxima servida en kw		Consumo de energía eléctrica en kwh						Factor de potencia	
				Resto		Punta		Valle			
		Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimado
2015	Enero	15	41	5,893	6709	2,388	2507	2,743	2625	0.628	0.684
	Febrero	91	107	12,243	14952	3,200	3480	3,150	3121	0.744	0.753
	Marzo	168	145	23,165	24849	5,588	5899	3,353	3659	0.818	0.789
	Abril	168	159	22,301	25092	5,639	6170	3,454	3644	0.785	0.802
	Mayo	173	167	30,587	26424	7,203	6366	3,861	3580	0.8	0.798
	Junio	173	166	31,237	29481	6,462	6960	3,861	4098	0.836	0.827
	Julio	168	156	26,365	24187	5,588	5043	3,962	3547	0.839	0.824
	Agosto	142	146	17,272	18807	4,420	4228	4,064	3659	0.8 ⁵	0.801
	Septiembre		159		29795		6082		3916		0.834
	Octubre		164		29071		6375		4107		0.835
	Noviembre		159		28413		6121		3949		0.839
	Diciembre		157		26449		5725		3806		0.834
2016	Enero		46		7080		2386		2727		0.673
	Febrero		120		15412		3395		3174		0.778
	Marzo		163		25608		5899		3700		0.820
	Abril		170		26035		6264		3813		0.814
	Mayo		175		27681		6621		3830		0.821
	Junio		172		30277		6961		4230		0.828
	Julio		160		24791		5195		3780		0.819
	Agosto		147		19167		4215		3718		0.786
	Septiembre		161		30326		6012		3806		0.814
	Octubre		166		29601		6305		3997		0.815
	Noviembre		161		28943		6051		3838		0.819
	Diciembre		159		26980		5654		3696		0.814
2017	Enero		48		7611		2315		2617		0.653
	Febrero		122		15943		3324		3063		0.758
	Marzo		164		26139		5828		3589		0.800
	Abril		172		26566		6193		3703		0.794
	Mayo		177		28211		6550		3719		0.801
	Junio		174		30808		6890		4120		0.808
	Julio		162		25321		5124		3669		0.799
	Agosto		149		19698		4145		3608		0.766
	Septiembre		163		30856		5941		3695		0.795
	Octubre		168		30132		6234		3886		0.795
	Noviembre		163		29474		5980		3728		0.799
	Diciembre		161		27510		5584		3585		0.794

Nota: La tabla presenta las proyecciones de consumo eléctrico en los horarios punta, resto y valle; proyecciones de potencia máxima suministrada y proyecciones del índice de factor de potencia.

Fuente: Propia

⁵ Los valores de 0.8 en color rojo son equivocaciones encontradas y detalladas en la parte de presentación de datos de la tarifa eléctrica y para las proyecciones de factor de potencia fueron sustituido por 0.832 en mayo de 2015 y 0.809 en agosto de 2015. También se corrigió el valor de 0.00 junio de 2011 por 0.899, ya que, es imposible tener un valor para el índice de factor de potencia de 0.000.

Se presentan en seguida las proyecciones descritas en las tablas pero ahora en forma gráfica hasta el año 2020. El propósito es tener mejor claridad de los pronósticos, el modo de ajuste de la serie temporal de modelo a la serie real y verificar su periodo válido.

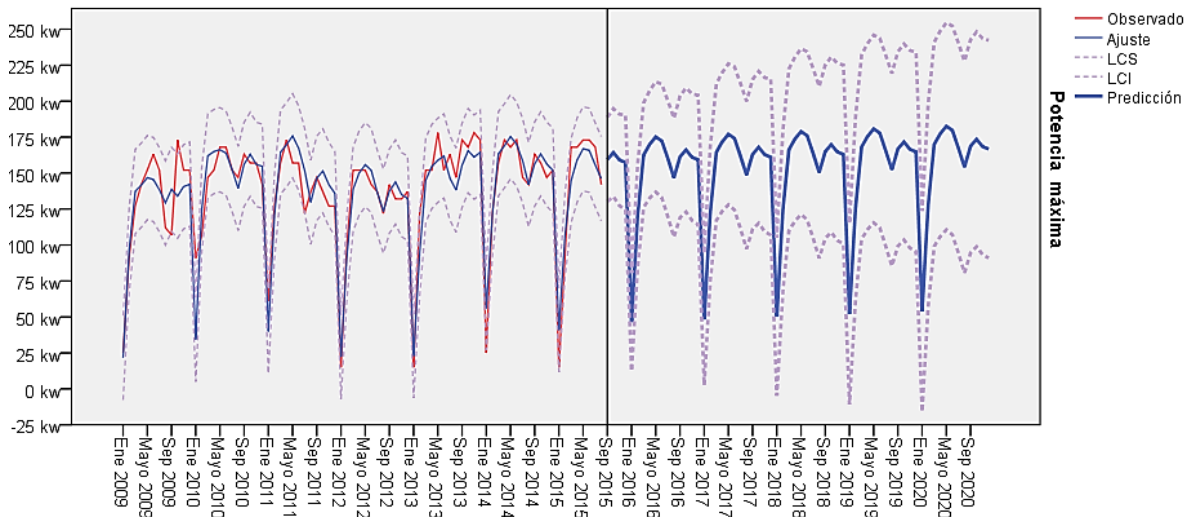


Gráfico 3.30. Proyecciones de Potencia máxima 2009-2020, servicio eléctrico 2.

Fuente: Propia

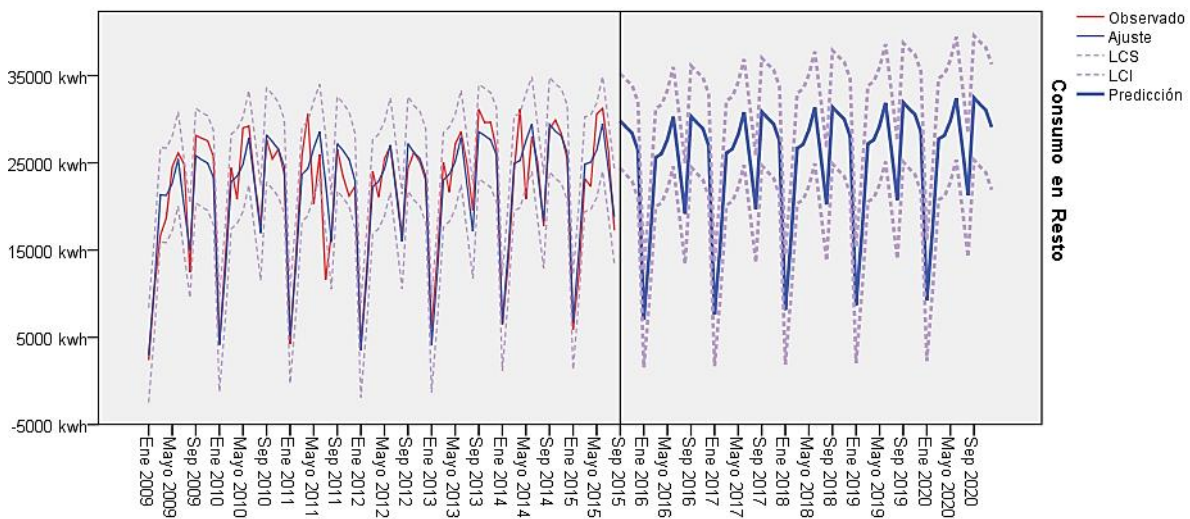


Gráfico 3.31. Proyecciones de consumo en el horario Resto 2009-2020, servicio eléctrico 2.

Fuente: Propia

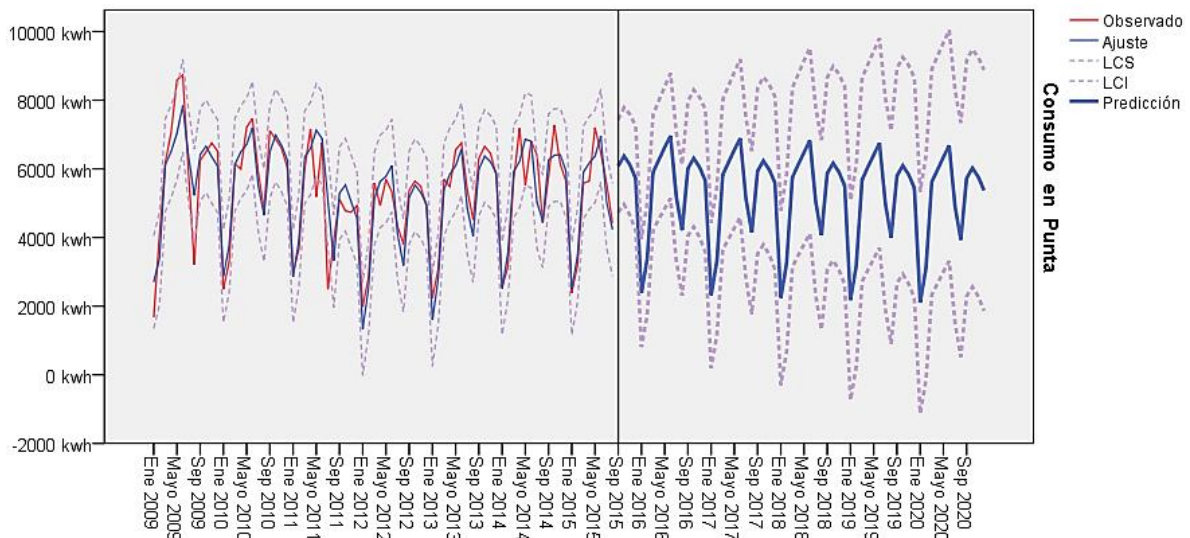


Gráfico 3.32. Proyecciones de consumo en el horario Punta 2009-2020, servicio eléctrico 2.
Fuente: Propia

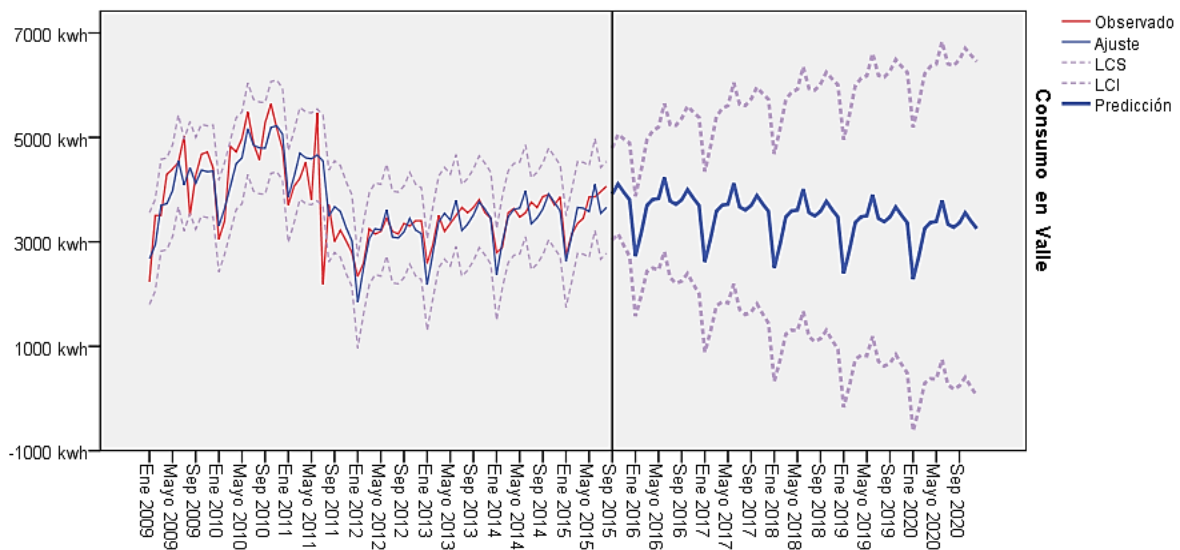


Gráfico 3.33. Proyecciones de consumo en el horario Valle 2009-2020, servicio eléctrico 2.
Fuente: Propia

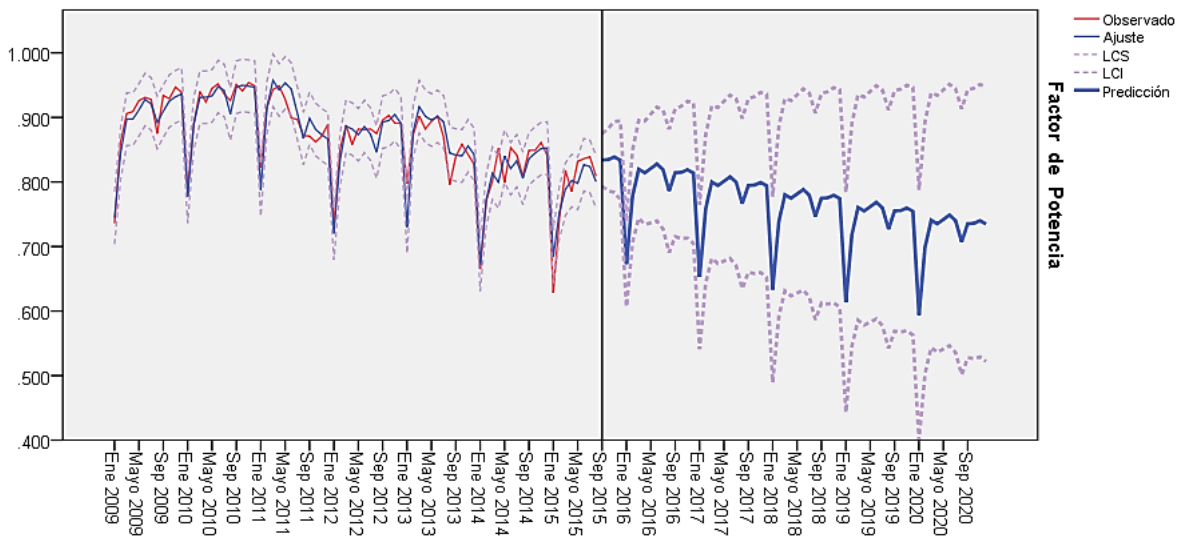


Gráfico 3.34. Proyecciones del índice de factor de potencia 2009-2020, servicio eléctrico 2
Fuente: Propia

Como se aprecia en la tabla 3.21 el modelo describe muy bien la serie de tiempo del consumo eléctrico para el servicio 2, presenta un error absoluto porcentual medio (MAPE) de 10.45, 10.94 y 8.61% para el consumo de energía para los horarios de resto, punta y valle respectivamente, un MAPE de 12.57% para la potencia máxima suministrada mensualmente y un MAPE de 1.75% para el índice de factor de potencia. El MAPE dice en porcentaje de error cuánto se desvían los valores pronosticados de los valores reales, esto quiere decir, que en la parte conocida del modelo 2009-2015 para las variables de energía en punta, resto y valle los pronósticos se desvían de los valores reales un 10.45, 10.94 y 8.61% respectivamente, se desvían un 12.57% en la variable de potencia máxima suministrada y se desvían un 1.75% en la variable índice de factor de potencia analizando los datos en conjunto. Lo que se infiere es que dentro del periodo de predicción que se considere válido para el modelo de pronóstico, se espera el mismo porcentaje de error en las variables proyectadas.

A demás lo que se busca en un modelo de pronóstico es minimizar la raíz del error absoluto medio (RMSE) que tiene un valor de 2720.72, 677.91 y 441.20 kwh para los consumos de energía en resto, punta y valle, los menores obtenidos en los diferentes modelos de pronósticos probados. Este valor es la desviación estándar del modelo que asume una distribución normal, por tanto, para el intervalo de confianza del 95%, se espera que el 95% de los datos se encuentre entre la estimación del pronóstico ± 1.996 RMSE, estos son conocidos como Límites de control.

Según la distribución normal y el nivel de confianza establecido, el 95% de los valores reales deberían estar dentro de los límites de control (Estimación $\pm 1.996 * RMSE$). Al observar las gráficas 3.28 a 3.33 y evaluar los valores de las tablas 3.22 a 3.24 se comprueba el cumplimiento de esta restricción. La línea en rojo de los gráficos representa los valores reales y líneas grises punteadas los límites de control, observando detenidamente se aprecia que la línea roja se mantiene la mayor parte del tiempo dentro de las líneas grises punteadas, pero hay ciertos puntos donde la línea roja sale de los límites de control (líneas grises punteadas). Al evaluar los límites y los valores reales se encuentran estos puntos, no se calculan por considerarse trivial, pero, se especifican las fechas de éstos.

En la variable potencia máxima suministrada 5 puntos o el 6.25% del total están fuera de los límites de control (septiembre y octubre de 2009, enero de 2010, julio de 2011, enero de 2014), en el consumo de electricidad en resto 5 puntos o 6.25% del total están fuera de los límites (abril, mayo y julio del 2011; abril y mayo del 2014), en el consumo eléctrico en punta 5 puntos o 6.25% del total (mayo y agosto de 2009; mayo y julio de 2011; julio de 2014), en el consumo eléctrico en valle 3 puntos o el 3.75% del total (julio y agosto de 2009, julio de 2011), y por último en el índice de factor de potencia 5 puntos o 6.25% del total (junio de 2011, enero y agosto de 2013, abril de 2014, enero de 2015). Si bien en la mayoría de variables se pasa del 5% de error permitido (un punto fuera de los límites) se consideran válidos, pues, hay puntos donde se ha quedado fuera por muy poco margen, incluso imperceptible en las gráficas.

Es importante saber que este modelo de pronóstico se recomienda para corto y medio plazo, ya que se maneja el parámetro de tendencia, que si mantienen en intervalos de tiempo demasiado grandes arroja estimaciones demasiado disparadas de las actuales. Específicamente para el índice de factor de potencia se aprecia en la gráfica 3.33 una tendencia decreciente, al observar los datos de la tabla 3.24 se logra confirmar que el menor dato real es 0.653 en enero de 2017, éste cae rápidamente a 0.594 en enero del 2020, algo casi imposible, ya que, si el factor de potencia es menor que 0.600 se suspende el servicio de electricidad, algo que no permitiría en la universidad. La gráfica 3.30 el consumo eléctrico en resto muestra una tendencia creciente y aunque la tendencia es de una tasa de crecimiento pequeña, los datos aumentan en promedio 2000 kwh en las estimaciones de 2017, casi l los datos del consumo eléctrico en valle, por tanto, únicamente se considera como válidos los

primeros dos años de pronósticos 2016 y 2017. Pero si se necesita ir más adelante en el tiempo, pueden tomarse las estimaciones de 2017 como constantes en el tiempo, solo con el propósito de describir escenarios futuros.

Proyecciones de precios máximos de energía para servicio eléctrico 2

Se investigó si existen proyecciones de los precios máximos para las tarifas impuestas por la SIGET para el cobro de energía eléctrica, pero no se encontró nada. Y no se han utilizado modelos de pronósticos para proyectar los datos de la SIGET, porque se desconocen las causas de variación en los precios o de la variación en los factores externos que influyen en los precios, como: el precio del petróleo, el tipo de generación de energía eléctrica (hidráulica, geotérmica, eólica), entre otras.

Se ha optado por utilizar el promedio de los datos de la tabla 3.4 como pronóstico de precios máximos por energía en las tarifas de resto, punta y valle; ya que, se considera una buena aproximación para el precio de la energía en el próximo quinquenio. Aunque el precio de la energía ha venido en aumento en los últimos años, en el ajuste de tarifa del 15 de julio del año 2015 se ha percibido una considerable reducción influenciada por los precios bajos del petróleo, debido a esto, el costo de la generación de electricidad por medio de bunker ha disminuido. El petróleo ya está en su etapa de declive, lo cual haría pensar que el precio de la electricidad producida por medio de sus derivados se incrementará en la medida que este aumente su precio, lo cual es un análisis correcto; pero también se considera que El Salvador como muchos otros países está buscando generar electricidad por medios renovables que producen electricidad más barata que la generada por medios convencionales como los derivados del petróleo, lo cual mantendrá el promedio descrito.

Para los cargos por comercialización y distribución de potencia se utilizarán los valores del 2014 como el valor para el promedio de 2015, porque, se aprecia que estos no varían como el costo de la energía aumentando y disminuyendo según el petróleo, sino, presentan una tendencia creciente lineal en la cual el valor más reciente es mayor que el anterior y utilizar el promedio rompería esta tendencia.

El promedio que es la proyección para el año 2015 se verá incrementado en los siguientes años por la inflación acumulada. La inflación promedio entre los años 2008-2014 fue de 2.1% (Asociación Bancaria Salvadoreña ABANSA, 2015), así las tarifas para el 2016

serán las del 2015 más un 2.1% por motivos de inflación, las del 2020 serán las del 2019 más el 2.1%, y así sucesivamente hasta el último año de análisis.

Tabla 3.29. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 1 de 3

A partir de:	Cargo cobrado por:	Promedio (2015)	Proyecciones para el precio máximo e tarifa eléctrica					
			2016	2017	2018	2019	2020	2021
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	12.551438	12.815018	13.084134	13.358900	13.639437	13.925865	14.218309
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.155960	0.159236	0.162579	0.165994	0.169479	0.173039	0.176672
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.154393	0.157635	0.160945	0.164325	0.167776	0.171299	0.174897
	Energía en valle (\$/kwh)	0.132111	0.134885	0.137718	0.140610	0.143563	0.146577	0.149656
	Distribución (\$/kw-mes)	12.176678	12.432388	12.693468	12.960031	13.232192	13.510068	13.793779
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	12.551438	12.815018	13.084134	13.358900	13.639437	13.925865	14.218309
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.159072	0.162413	0.165823	0.169306	0.172861	0.176491	0.180198
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.157356	0.160661	0.164035	0.167480	0.170997	0.174588	0.178254
	Energía en valle (\$/kwh)	0.141802	0.144780	0.147820	0.150924	0.154094	0.157330	0.160633
	Distribución (\$/kw-mes)	12.176678	12.432388	12.693468	12.960031	13.232192	13.510068	13.793779
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	12.551438	12.815018	13.084134	13.358900	13.639437	13.925865	14.218309
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.165598	0.169075	0.172626	0.176251	0.179952	0.183731	0.187589
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.166464	0.169959	0.173528	0.177173	0.180893	0.184692	0.188570
	Energía en valle (\$/kwh)	0.152292	0.155490	0.158755	0.162089	0.165493	0.168969	0.172517
	Distribución (\$/kw-mes)	12.176678	12.432388	12.693468	12.960031	13.232192	13.510068	13.793779
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	12.551438	12.815018	13.084134	13.358900	13.639437	13.925865	14.218309
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.171373	0.174972	0.178647	0.182398	0.186228	0.190139	0.194132
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.171493	0.175095	0.178772	0.182526	0.186359	0.190272	0.194268
	Energía en valle (\$/kwh)	0.157202	0.160503	0.163874	0.167315	0.170829	0.174416	0.178079
	Distribución (\$/kw-mes)	12.176678	12.432388	12.693468	12.960031	13.232192	13.510068	13.793779
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	12.551438	12.815018	13.084134	13.358900	13.639437	13.925865	14.218309
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.162141	0.165546	0.169022	0.172572	0.176196	0.179896	0.183674
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.161907	0.165307	0.168778	0.172322	0.175941	0.179636	0.183408
	Energía en valle (\$/kwh)	0.142019	0.145001	0.148046	0.151155	0.154330	0.157570	0.160879
	Distribución (\$/kw-mes)	12.176678	12.432388	12.693468	12.960031	13.232192	13.510068	13.793779

Nota: La tabla muestra las proyecciones del pliego tarifario del servicio en gran demanda de media tensión con medidor horario para la empresa AES-CLESA.

Fuente: Propia

Tabla 3.30. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 2 de 3.

A partir de:	Cargo cobrado por:	Proyecciones para el precio máximo e tarifa eléctrica						
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	14.516893	14.821748	15.133005	15.450798	15.775264	16.106545	16.444782
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.180382	0.184171	0.188038	0.191987	0.196019	0.200135	0.204338
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.178569	0.182319	0.186148	0.190057	0.194048	0.198123	0.202284
	Energía en valle (\$/kwh)	0.152798	0.156007	0.159283	0.162628	0.166043	0.169530	0.173090
	Distribución (\$/kw-mes)	14.083449	14.379201	14.681164	14.989469	15.304248	15.625637	15.953775
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	14.516893	14.821748	15.133005	15.450798	15.775264	16.106545	16.444782
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.183982	0.187845	0.191790	0.195818	0.199930	0.204128	0.208415
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.181997	0.185819	0.189721	0.193705	0.197773	0.201927	0.206167
	Energía en valle (\$/kwh)	0.164007	0.167451	0.170967	0.174558	0.178223	0.181966	0.185787
	Distribución (\$/kw-mes)	14.083449	14.379201	14.681164	14.989469	15.304248	15.625637	15.953775
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	14.516893	14.821748	15.133005	15.450798	15.775264	16.106545	16.444782
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.191529	0.195551	0.199658	0.203850	0.208131	0.212502	0.216964
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.192530	0.196574	0.200702	0.204916	0.209220	0.213613	0.218099
	Energía en valle (\$/kwh)	0.176140	0.179839	0.183615	0.187471	0.191408	0.195428	0.199532
	Distribución (\$/kw-mes)	14.083449	14.379201	14.681164	14.989469	15.304248	15.625637	15.953775
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	14.516893	14.821748	15.133005	15.450798	15.775264	16.106545	16.444782
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.198209	0.202371	0.206621	0.210960	0.215390	0.219914	0.224532
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.198348	0.202513	0.206766	0.211108	0.215541	0.220068	0.224689
	Energía en valle (\$/kwh)	0.181819	0.185637	0.189535	0.193516	0.197579	0.201729	0.205965
	Distribución (\$/kw-mes)	14.083449	14.379201	14.681164	14.989469	15.304248	15.625637	15.953775
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	14.516893	14.821748	15.133005	15.450798	15.775264	16.106545	16.444782
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.187531	0.191469	0.195490	0.199595	0.203787	0.208066	0.212436
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.187260	0.191192	0.195207	0.199307	0.203492	0.207765	0.212129
	Energía en valle (\$/kwh)	0.164258	0.167707	0.171229	0.174825	0.178496	0.182245	0.186072
	Distribución (\$/kw-mes)	14.083449	14.379201	14.681164	14.989469	15.304248	15.625637	15.953775

Nota: La tabla muestra las proyecciones del pliego tarifario del servicio en gran demanda de media tensión con medidor horario para la empresa AES-CLESA.

Fuente: Propia

Tabla 3.31. Proyecciones de precios máximos para el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 3 de 3.

A partir de:	Cargo cobrado por:	Proyecciones para el precio máximo e tarifa eléctrica						
		2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	16.790123	17.142715	17.502712	17.870269	18.245545	18.628702	19.019904
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.208629	0.213010	0.217483	0.222051	0.226714	0.231475	0.236336
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.206532	0.210869	0.215297	0.219819	0.224435	0.229148	0.233960
	Energía en valle (\$/kwh)	0.176725	0.180437	0.184226	0.188094	0.192044	0.196077	0.200195
	Distribución (\$/kw-mes)	16.288805	16.630869	16.980118	17.336700	17.700771	18.072487	18.452009
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	16.790123	17.142715	17.502712	17.870269	18.245545	18.628702	19.019904
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.212792	0.217260	0.221823	0.226481	0.231237	0.236093	0.241051
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.210497	0.214917	0.219430	0.224038	0.228743	0.233547	0.238451
	Energía en valle (\$/kwh)	0.189689	0.193672	0.197739	0.201892	0.206132	0.210460	0.214880
	Distribución (\$/kw-mes)	16.288805	16.630869	16.980118	17.336700	17.700771	18.072487	18.452009
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	16.790123	17.142715	17.502712	17.870269	18.245545	18.628702	19.019904
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.221521	0.226173	0.230922	0.235772	0.240723	0.245778	0.250939
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.222679	0.227355	0.232130	0.237005	0.241982	0.247063	0.252252
	Energía en valle (\$/kwh)	0.203722	0.208000	0.212368	0.216828	0.221381	0.226030	0.230777
	Distribución (\$/kw-mes)	16.288805	16.630869	16.980118	17.336700	17.700771	18.072487	18.452009
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	16.790123	17.142715	17.502712	17.870269	18.245545	18.628702	19.019904
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.229247	0.234061	0.238976	0.243995	0.249119	0.254350	0.259692
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.229407	0.234225	0.239144	0.244166	0.249293	0.254528	0.259873
	Energía en valle (\$/kwh)	0.210290	0.214706	0.219215	0.223819	0.228519	0.233318	0.238217
	Distribución (\$/kw-mes)	16.288805	16.630869	16.980118	17.336700	17.700771	18.072487	18.452009
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	16.790123	17.142715	17.502712	17.870269	18.245545	18.628702	19.019904
	Energía en Resto (\$/kwh)	0.216897	0.221451	0.226102	0.230850	0.235698	0.240648	0.245701
	Energía en Punta (\$/kwh)	0.216583	0.221131	0.225775	0.230517	0.235357	0.240300	0.245346
	Energía en valle (\$/kwh)	0.189979	0.193969	0.198042	0.202201	0.206447	0.210783	0.215209
	Distribución (\$/kw-mes)	16.288805	16.630869	16.980118	17.336700	17.700771	18.072487	18.452009

Nota: La tabla muestra las proyecciones del pliego tarifario del servicio en gran demanda de media tensión con medidor horario para la empresa AES-CLESA.

Fuente: Propia

Proyecciones de pagos por suministro del servicio eléctrico 2

Las proyecciones surgen de combinar las proyecciones de consumo eléctrico detallado en las tablas 3.22 a 3.24 con las proyecciones de los precios máximos para el suministro eléctrico descrito en las tablas 3.25 a 3.27. Es importantísimo recordar que las proyecciones de consumo de energía eléctrica se consideraron validas únicamente en los años 2016 y 2017, pero, la evaluación financiera requiere proyecciones hasta el 2035. Para la evaluación de los años entre el periodo 2018-2035 se utilizan las mismas estimaciones de 2017 como fijas para los siguientes años hasta el 2035. Las proyecciones se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 3.32. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 1 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2015	Enero	\$12.40	\$184.16	\$1,087.27	\$429.00	\$482.83	\$1,999.10	\$787.65	-\$60.65	\$387.86	\$0.00	\$0.00	\$3,310.52	\$97,000.64
	Febrero	\$12.55	\$1,113.43	\$2,052.83	\$525.77	\$497.72	\$3,076.32	\$498.36	-\$47.77	\$623.09	\$0.00	\$92.20	\$5,368.18	
	Marzo	\$12.55	\$2,041.30	\$3,790.62	\$897.36	\$515.35	\$5,203.33	\$426.67	-\$76.82	\$1,000.80	\$0.00	\$14.40	\$8,622.23	
	Abril	\$12.55	\$2,041.30	\$3,649.30	\$905.52	\$530.97	\$5,085.79	\$584.87	-\$77.09	\$1,004.21	\$0.00	\$0.00	\$8,651.63	
	Mayo	\$12.55	\$2,103.16	\$4,109.02	\$953.47	\$499.59	\$5,562.08	\$378.22	-\$81.11	\$1,054.44	\$0.00	\$54.83	\$9,084.17	
	Junio	\$12.55	\$2,103.16	\$4,020.38	\$820.22	\$481.55	\$5,322.15	\$340.62	-\$77.82	\$1,011.22	\$0.00	\$0.00	\$8,711.88	
	Julio	\$12.55	\$2,041.30	\$3,393.36	\$709.31	\$494.22	\$4,596.89	\$280.41	-\$69.90	\$910.79	\$0.00	\$74.76	\$7,846.80	
	Agosto	\$12.55	\$1,732.01	\$2,336.35	\$585.44	\$530.14	\$3,451.93	\$314.13	-\$55.99	\$718.25	\$0.00	\$14.30	\$6,187.18	
	Septiembre	\$12.55	\$1,936.09	\$5,109.64	\$1,042.29	\$615.60	\$6,767.53	\$446.66	-\$84.53	\$1,195.72	\$0.00	\$35.00	\$10,309.02	
	Octubre	\$12.55	\$1,996.98	\$4,985.48	\$1,092.50	\$645.63	\$6,723.61	\$437.03	-\$84.53	\$1,196.67	\$0.00	\$35.00	\$10,317.31	
	Noviembre	\$12.55	\$1,936.09	\$4,600.25	\$992.46	\$560.83	\$6,153.54	\$375.37	-\$84.53	\$1,106.63	\$0.00	\$35.00	\$9,534.65	
	Diciembre	\$12.55	\$1,911.74	\$4,282.27	\$928.26	\$540.52	\$5,751.05	\$379.57	-\$84.53	\$1,051.69	\$0.00	\$35.00	\$9,057.07	
2016	Enero	\$12.55	\$571.89	\$1,116.06	\$379.94	\$367.83	\$1,863.83	\$566.60	-\$86.31	\$396.58	\$0.00	\$35.74	\$3,360.88	\$107,183.27
	Febrero	\$12.82	\$1,491.89	\$2,476.11	\$551.39	\$459.53	\$3,487.03	\$425.42	-\$86.31	\$708.88	\$0.00	\$35.74	\$6,075.47	
	Marzo	\$12.82	\$2,026.48	\$4,114.20	\$958.07	\$535.68	\$5,607.95	\$448.64	-\$86.31	\$1,057.11	\$0.00	\$35.74	\$9,102.43	
	Abril	\$12.82	\$2,113.51	\$4,182.81	\$1,017.35	\$552.04	\$5,752.20	\$494.69	-\$86.31	\$1,093.16	\$0.00	\$35.74	\$9,415.81	
	Mayo	\$12.82	\$2,175.67	\$4,704.64	\$1,119.45	\$595.53	\$6,419.62	\$507.15	-\$86.31	\$1,189.63	\$0.00	\$35.74	\$10,254.32	
	Junio	\$12.82	\$2,138.37	\$5,145.86	\$1,176.93	\$657.72	\$6,980.51	\$502.60	-\$86.31	\$1,257.11	\$0.00	\$35.74	\$10,840.84	
	Julio	\$12.82	\$1,989.18	\$4,213.46	\$878.35	\$587.75	\$5,679.56	\$460.04	-\$86.31	\$1,063.05	\$0.00	\$35.74	\$9,154.08	
	Agosto	\$12.82	\$1,827.56	\$3,356.04	\$737.51	\$596.75	\$4,690.30	\$534.69	-\$86.31	\$923.14	\$0.00	\$35.74	\$7,937.94	
	Septiembre	\$12.82	\$2,001.61	\$5,309.92	\$1,051.93	\$610.88	\$6,972.73	\$599.65	-\$86.31	\$1,250.93	\$0.00	\$35.74	\$10,787.17	
	Octubre	\$12.82	\$2,063.78	\$5,182.98	\$1,103.20	\$641.53	\$6,927.71	\$588.86	-\$86.31	\$1,251.76	\$0.00	\$35.74	\$10,794.36	
	Noviembre	\$12.82	\$2,001.61	\$4,784.47	\$1,001.72	\$556.51	\$6,342.70	\$513.76	-\$86.31	\$1,157.86	\$0.00	\$35.74	\$9,978.18	
	Diciembre	\$12.82	\$1,976.75	\$4,459.97	\$936.00	\$535.92	\$5,931.89	\$510.14	-\$86.31	\$1,100.75	\$0.00	\$35.74	\$9,481.78	

Fuente: Propia

Tabla 3.33. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 2 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2017	Enero	\$12.82	\$609.29	\$1,224.95	\$376.37	\$360.41	\$1,961.73	\$674.84	-\$88.12	\$428.37	\$0.00	\$36.49	\$3,635.39	\$112,275.35
	Febrero	\$13.08	\$1,548.60	\$2,615.21	\$551.20	\$452.77	\$3,619.18	\$513.92	-\$88.12	\$745.06	\$0.00	\$36.49	\$6,388.18	
	Marzo	\$13.08	\$2,081.73	\$4,287.71	\$966.42	\$530.53	\$5,784.66	\$578.47	-\$88.12	\$1,104.27	\$0.00	\$36.49	\$9,510.55	
	Abril	\$13.08	\$2,183.28	\$4,357.75	\$1,026.94	\$547.38	\$5,932.07	\$628.80	-\$88.12	\$1,143.18	\$0.00	\$36.49	\$9,848.75	
	Mayo	\$13.08	\$2,246.74	\$4,895.41	\$1,130.70	\$590.41	\$6,616.52	\$655.04	-\$88.12	\$1,243.82	\$0.00	\$36.49	\$10,723.54	
	Junio	\$13.08	\$2,208.66	\$5,346.06	\$1,189.39	\$654.07	\$7,189.52	\$661.44	-\$88.12	\$1,314.19	\$0.00	\$36.49	\$11,335.23	
	Julio	\$13.08	\$2,056.34	\$4,393.91	\$884.53	\$582.47	\$5,860.91	\$591.95	-\$88.12	\$1,112.64	\$0.00	\$36.49	\$9,583.26	
	Agosto	\$13.08	\$1,891.33	\$3,521.44	\$740.49	\$591.26	\$4,853.19	\$650.33	-\$88.12	\$967.77	\$0.00	\$36.49	\$8,324.04	
	Septiembre	\$13.08	\$2,069.04	\$5,516.18	\$1,061.34	\$605.51	\$7,183.03	\$754.22	-\$88.12	\$1,307.26	\$0.00	\$36.49	\$11,274.97	
	Octubre	\$13.08	\$2,132.50	\$5,386.75	\$1,113.68	\$636.81	\$7,137.24	\$749.41	-\$88.12	\$1,308.93	\$0.00	\$36.49	\$11,289.50	
	Noviembre	\$13.08	\$2,069.04	\$4,974.56	\$1,010.75	\$551.92	\$6,537.23	\$660.26	-\$88.12	\$1,211.09	\$0.00	\$36.49	\$10,439.04	
	Diciembre	\$13.08	\$2,043.65	\$4,643.08	\$943.82	\$530.75	\$6,117.65	\$648.47	-\$88.12	\$1,151.71	\$0.00	\$36.49	\$9,922.90	
2018	Enero	\$13.08	\$622.08	\$1,250.68	\$384.28	\$367.98	\$2,002.94	\$689.01	-\$89.97	\$437.37	\$0.00	\$37.25	\$3,711.76	\$114,633.58
	Febrero	\$13.36	\$1,581.12	\$2,670.13	\$562.77	\$462.28	\$3,695.18	\$524.72	-\$89.97	\$760.71	\$0.00	\$37.25	\$6,522.37	
	Marzo	\$13.36	\$2,125.45	\$4,377.75	\$986.71	\$541.67	\$5,906.13	\$590.61	-\$89.97	\$1,127.46	\$0.00	\$37.25	\$9,710.29	
	Abril	\$13.36	\$2,229.13	\$4,449.26	\$1,048.51	\$558.87	\$6,056.64	\$642.00	-\$89.97	\$1,167.19	\$0.00	\$37.25	\$10,055.60	
	Mayo	\$13.36	\$2,293.93	\$4,998.21	\$1,154.44	\$602.81	\$6,755.46	\$668.79	-\$89.97	\$1,269.94	\$0.00	\$37.25	\$10,948.76	
	Junio	\$13.36	\$2,255.05	\$5,458.33	\$1,214.37	\$667.81	\$7,340.51	\$675.33	-\$89.97	\$1,341.80	\$0.00	\$37.25	\$11,573.33	
	Julio	\$13.36	\$2,099.53	\$4,486.19	\$903.11	\$594.71	\$5,984.01	\$604.38	-\$89.97	\$1,136.01	\$0.00	\$37.25	\$9,784.57	
	Agosto	\$13.36	\$1,931.04	\$3,595.39	\$756.04	\$603.67	\$4,955.10	\$663.98	-\$89.97	\$988.09	\$0.00	\$37.25	\$8,498.85	
	Septiembre	\$13.36	\$2,112.49	\$5,632.02	\$1,083.63	\$618.23	\$7,333.88	\$770.06	-\$89.97	\$1,334.72	\$0.00	\$37.25	\$11,511.79	
	Octubre	\$13.36	\$2,177.29	\$5,499.87	\$1,137.07	\$650.19	\$7,287.13	\$765.15	-\$89.97	\$1,336.42	\$0.00	\$37.25	\$11,526.63	
	Noviembre	\$13.36	\$2,112.49	\$5,079.03	\$1,031.98	\$563.51	\$6,674.52	\$674.13	-\$89.97	\$1,236.53	\$0.00	\$37.25	\$10,658.31	
	Diciembre	\$13.36	\$2,086.57	\$4,740.59	\$963.64	\$541.89	\$6,246.12	\$662.09	-\$89.97	\$1,175.90	\$0.00	\$37.25	\$10,131.32	

Fuente: Propia

Tabla 3.34. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 3 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2019	Enero	\$13.36	\$635.15	\$1,276.94	\$392.34	\$375.70	\$2,044.98	\$703.48	-\$91.86	\$446.55	\$0.00	\$38.03	\$3,789.69	\$117,040.83
	Febrero	\$13.64	\$1,614.33	\$2,726.20	\$574.59	\$471.99	\$3,772.78	\$535.73	-\$91.86	\$776.69	\$0.00	\$38.03	\$6,659.34	
	Marzo	\$13.64	\$2,170.08	\$4,469.68	\$1,007.43	\$553.04	\$6,030.15	\$603.02	-\$91.86	\$1,151.14	\$0.00	\$38.03	\$9,914.20	
	Abril	\$13.64	\$2,275.94	\$4,542.70	\$1,070.53	\$570.61	\$6,183.84	\$655.49	-\$91.86	\$1,191.70	\$0.00	\$38.03	\$10,266.78	
	Mayo	\$13.64	\$2,342.10	\$5,103.18	\$1,178.69	\$615.47	\$6,897.34	\$682.84	-\$91.86	\$1,296.61	\$0.00	\$38.03	\$11,178.70	
	Junio	\$13.64	\$2,302.40	\$5,572.96	\$1,239.87	\$681.83	\$7,494.66	\$689.51	-\$91.86	\$1,369.97	\$0.00	\$38.03	\$11,816.35	
	Julio	\$13.64	\$2,143.62	\$4,580.40	\$922.07	\$607.19	\$6,109.66	\$617.08	-\$91.86	\$1,159.86	\$0.00	\$38.03	\$9,990.03	
	Agosto	\$13.64	\$1,971.60	\$3,670.90	\$771.92	\$616.35	\$5,059.17	\$677.93	-\$91.86	\$1,008.85	\$0.00	\$38.03	\$8,677.36	
	Septiembre	\$13.64	\$2,156.85	\$5,750.29	\$1,106.38	\$631.21	\$7,487.88	\$786.23	-\$91.86	\$1,362.74	\$0.00	\$38.03	\$11,753.51	
	Octubre	\$13.64	\$2,223.01	\$5,615.37	\$1,160.95	\$663.84	\$7,440.16	\$781.22	-\$91.86	\$1,364.49	\$0.00	\$38.03	\$11,768.69	
	Noviembre	\$13.64	\$2,156.85	\$5,185.69	\$1,053.65	\$575.34	\$6,814.68	\$688.28	-\$91.86	\$1,262.49	\$0.00	\$38.03	\$10,882.11	
	Diciembre	\$13.64	\$2,130.38	\$4,840.14	\$983.88	\$553.27	\$6,377.29	\$675.99	-\$91.86	\$1,200.59	\$0.00	\$38.03	\$10,344.06	
2020	Enero	\$13.64	\$648.48	\$1,303.76	\$400.58	\$383.59	\$2,087.93	\$718.25	-\$93.79	\$455.93	\$0.00	\$38.83	\$3,869.27	\$119,498.68
	Febrero	\$13.93	\$1,648.23	\$2,783.45	\$586.66	\$481.90	\$3,852.01	\$546.98	-\$93.79	\$793.00	\$0.00	\$38.83	\$6,799.19	
	Marzo	\$13.93	\$2,215.65	\$4,563.54	\$1,028.59	\$564.66	\$6,156.79	\$615.68	-\$93.79	\$1,175.31	\$0.00	\$38.83	\$10,122.40	
	Abril	\$13.93	\$2,323.73	\$4,638.09	\$1,093.01	\$582.59	\$6,313.69	\$669.25	-\$93.79	\$1,216.73	\$0.00	\$38.83	\$10,482.37	
	Mayo	\$13.93	\$2,391.28	\$5,210.34	\$1,203.44	\$628.39	\$7,042.17	\$697.18	-\$93.79	\$1,323.84	\$0.00	\$38.83	\$11,413.44	
	Junio	\$13.93	\$2,350.75	\$5,689.99	\$1,265.91	\$696.15	\$7,652.05	\$703.99	-\$93.79	\$1,398.74	\$0.00	\$38.83	\$12,064.50	
	Julio	\$13.93	\$2,188.63	\$4,676.58	\$941.44	\$619.95	\$6,237.97	\$630.03	-\$93.79	\$1,184.22	\$0.00	\$38.83	\$10,199.82	
	Agosto	\$13.93	\$2,013.00	\$3,747.99	\$788.13	\$629.29	\$5,165.41	\$692.16	-\$93.79	\$1,030.03	\$0.00	\$38.83	\$8,859.57	
	Septiembre	\$13.93	\$2,202.14	\$5,871.05	\$1,129.62	\$644.47	\$7,645.14	\$802.74	-\$93.79	\$1,391.36	\$0.00	\$38.83	\$12,000.35	
	Octubre	\$13.93	\$2,269.69	\$5,733.29	\$1,185.33	\$677.78	\$7,596.40	\$797.62	-\$93.79	\$1,393.14	\$0.00	\$38.83	\$12,015.82	
	Noviembre	\$13.93	\$2,202.14	\$5,294.59	\$1,075.78	\$587.42	\$6,957.79	\$702.74	-\$93.79	\$1,289.01	\$0.00	\$38.83	\$11,110.65	
	Diciembre	\$13.93	\$2,175.12	\$4,941.78	\$1,004.54	\$564.89	\$6,511.21	\$690.19	-\$93.79	\$1,225.81	\$0.00	\$38.83	\$10,561.30	

Fuente: Propia

Tabla 3.35. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 4 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2021	Enero	\$13.93	\$662.10	\$1,331.14	\$409.00	\$391.65	\$2,131.79	\$733.33	-\$95.76	\$465.50	\$0.00	\$39.65	\$3,950.54	\$122,008.20
	Febrero	\$14.22	\$1,682.84	\$2,841.90	\$598.98	\$492.02	\$3,932.90	\$558.47	-\$95.76	\$809.65	\$0.00	\$39.65	\$6,941.97	
	Marzo	\$14.22	\$2,262.18	\$4,659.38	\$1,050.19	\$576.51	\$6,286.08	\$628.61	-\$95.76	\$1,200.00	\$0.00	\$39.65	\$10,334.98	
	Abril	\$14.22	\$2,372.53	\$4,735.49	\$1,115.96	\$594.83	\$6,446.28	\$683.31	-\$95.76	\$1,242.28	\$0.00	\$39.65	\$10,702.51	
	Mayo	\$14.22	\$2,441.50	\$5,319.76	\$1,228.71	\$641.59	\$7,190.06	\$711.82	-\$95.76	\$1,351.64	\$0.00	\$39.65	\$11,653.13	
	Junio	\$14.22	\$2,400.12	\$5,809.48	\$1,292.49	\$710.77	\$7,812.74	\$718.77	-\$95.76	\$1,428.12	\$0.00	\$39.65	\$12,317.86	
	Julio	\$14.22	\$2,234.59	\$4,774.79	\$961.21	\$632.96	\$6,368.96	\$643.27	-\$95.76	\$1,209.09	\$0.00	\$39.65	\$10,414.02	
	Agosto	\$14.22	\$2,055.27	\$3,826.69	\$804.68	\$642.51	\$5,273.88	\$706.70	-\$95.76	\$1,051.66	\$0.00	\$39.65	\$9,045.62	
	Septiembre	\$14.22	\$2,248.39	\$5,994.34	\$1,153.34	\$658.00	\$7,805.68	\$819.60	-\$95.76	\$1,420.58	\$0.00	\$39.65	\$12,252.36	
	Octubre	\$14.22	\$2,317.35	\$5,853.69	\$1,210.22	\$692.02	\$7,755.93	\$814.37	-\$95.76	\$1,422.40	\$0.00	\$39.65	\$12,268.16	
	Noviembre	\$14.22	\$2,248.39	\$5,405.78	\$1,098.37	\$599.76	\$7,103.91	\$717.49	-\$95.76	\$1,316.08	\$0.00	\$39.65	\$11,343.98	
Diciembre	\$14.22	\$2,220.80	\$5,045.56	\$1,025.63	\$576.75	\$6,647.94	\$704.68	-\$95.76	\$1,251.55	\$0.00	\$39.65	\$10,783.08		
2022	Enero	\$14.22	\$676.01	\$1,359.09	\$417.59	\$399.87	\$2,176.55	\$748.73	-\$97.77	\$475.28	\$0.00	\$40.48	\$4,033.50	\$124,570.34
	Febrero	\$14.52	\$1,718.18	\$2,901.58	\$611.56	\$502.35	\$4,015.49	\$570.20	-\$97.77	\$826.65	\$0.00	\$40.48	\$7,087.75	
	Marzo	\$14.52	\$2,309.69	\$4,757.22	\$1,072.25	\$588.62	\$6,418.09	\$641.81	-\$97.77	\$1,225.20	\$0.00	\$40.48	\$10,552.02	
	Abril	\$14.52	\$2,422.35	\$4,834.94	\$1,139.40	\$607.32	\$6,581.66	\$697.66	-\$97.77	\$1,268.37	\$0.00	\$40.48	\$10,927.27	
	Mayo	\$14.52	\$2,492.77	\$5,431.48	\$1,254.51	\$655.06	\$7,341.05	\$726.76	-\$97.77	\$1,380.03	\$0.00	\$40.48	\$11,897.84	
	Junio	\$14.52	\$2,450.52	\$5,931.48	\$1,319.63	\$725.70	\$7,976.81	\$733.87	-\$97.77	\$1,458.11	\$0.00	\$40.48	\$12,576.54	
	Julio	\$14.52	\$2,281.52	\$4,875.06	\$981.39	\$646.26	\$6,502.71	\$656.77	-\$97.77	\$1,234.48	\$0.00	\$40.48	\$10,632.71	
	Agosto	\$14.52	\$2,098.43	\$3,907.05	\$821.58	\$656.00	\$5,384.63	\$721.54	-\$97.77	\$1,073.75	\$0.00	\$40.48	\$9,235.58	
	Septiembre	\$14.52	\$2,295.60	\$6,120.22	\$1,177.56	\$671.82	\$7,969.60	\$836.81	-\$97.77	\$1,450.41	\$0.00	\$40.48	\$12,509.65	
	Octubre	\$14.52	\$2,366.02	\$5,976.61	\$1,235.63	\$706.55	\$7,918.79	\$831.47	-\$97.77	\$1,452.27	\$0.00	\$40.48	\$12,525.78	
	Noviembre	\$14.52	\$2,295.60	\$5,519.30	\$1,121.43	\$612.35	\$7,253.08	\$732.56	-\$97.77	\$1,343.71	\$0.00	\$40.48	\$11,582.18	
	Diciembre	\$14.52	\$2,267.44	\$5,151.52	\$1,047.17	\$588.86	\$6,787.55	\$719.48	-\$97.77	\$1,277.83	\$0.00	\$40.48	\$11,009.53	

Fuente: Propia.

Tabla 3.36. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 5 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2023	Enero	\$14.52	\$690.20	\$1,387.63	\$426.35	\$408.27	\$2,222.25	\$764.46	-\$99.82	\$485.26	\$0.00	\$41.33	\$4,118.20	\$127,186.31
	Febrero	\$14.82	\$1,754.26	\$2,962.51	\$624.40	\$512.90	\$4,099.81	\$582.17	-\$99.82	\$844.01	\$0.00	\$41.33	\$7,236.58	
	Marzo	\$14.82	\$2,358.19	\$4,857.13	\$1,094.76	\$600.98	\$6,552.87	\$655.29	-\$99.82	\$1,250.93	\$0.00	\$41.33	\$10,773.61	
	Abril	\$14.82	\$2,473.22	\$4,936.47	\$1,163.33	\$620.07	\$6,719.87	\$712.31	-\$99.82	\$1,295.00	\$0.00	\$41.33	\$11,156.73	
	Mayo	\$14.82	\$2,545.12	\$5,545.54	\$1,280.86	\$668.82	\$7,495.22	\$742.03	-\$99.82	\$1,409.01	\$0.00	\$41.33	\$12,147.71	
	Junio	\$14.82	\$2,501.98	\$6,056.04	\$1,347.35	\$740.94	\$8,144.33	\$749.28	-\$99.82	\$1,488.73	\$0.00	\$41.33	\$12,840.65	
	Julio	\$14.82	\$2,329.43	\$4,977.44	\$1,002.00	\$659.83	\$6,639.27	\$670.57	-\$99.82	\$1,260.40	\$0.00	\$41.33	\$10,856.00	
	Agosto	\$14.82	\$2,142.50	\$3,989.10	\$838.83	\$669.78	\$5,497.71	\$736.69	-\$99.82	\$1,096.30	\$0.00	\$41.33	\$9,429.53	
	Septiembre	\$14.82	\$2,343.81	\$6,248.74	\$1,202.29	\$685.93	\$8,136.96	\$854.38	-\$99.82	\$1,480.87	\$0.00	\$41.33	\$12,772.35	
	Octubre	\$14.82	\$2,415.71	\$6,102.12	\$1,261.58	\$721.39	\$8,085.09	\$848.93	-\$99.82	\$1,482.76	\$0.00	\$41.33	\$12,788.82	
	Noviembre	\$14.82	\$2,343.81	\$5,635.20	\$1,144.98	\$625.21	\$7,405.39	\$747.95	-\$99.82	\$1,371.93	\$0.00	\$41.33	\$11,825.41	
	Diciembre	\$14.82	\$2,315.05	\$5,259.70	\$1,069.16	\$601.23	\$6,930.09	\$734.59	-\$99.82	\$1,304.66	\$0.00	\$41.33	\$11,240.72	
2024	Enero	\$14.82	\$704.70	\$1,416.77	\$435.31	\$416.84	\$2,268.92	\$780.51	-\$101.92	\$495.45	\$0.00	\$42.20	\$4,204.68	\$129,857.19
	Febrero	\$15.13	\$1,791.10	\$3,024.73	\$637.51	\$523.67	\$4,185.91	\$594.40	-\$101.92	\$861.74	\$0.00	\$42.20	\$7,388.56	
	Marzo	\$15.13	\$2,407.71	\$4,959.13	\$1,117.75	\$613.60	\$6,690.48	\$669.05	-\$101.92	\$1,277.19	\$0.00	\$42.20	\$10,999.84	
	Abril	\$15.13	\$2,525.16	\$5,040.14	\$1,187.76	\$633.09	\$6,860.99	\$727.26	-\$101.92	\$1,322.20	\$0.00	\$42.20	\$11,391.02	
	Mayo	\$15.13	\$2,598.57	\$5,661.99	\$1,307.76	\$682.87	\$7,652.62	\$757.61	-\$101.92	\$1,438.60	\$0.00	\$42.20	\$12,402.81	
	Junio	\$15.13	\$2,554.52	\$6,183.22	\$1,375.64	\$756.49	\$8,315.35	\$765.01	-\$101.92	\$1,519.99	\$0.00	\$42.20	\$13,110.28	
	Julio	\$15.13	\$2,378.35	\$5,081.97	\$1,023.05	\$673.68	\$6,778.70	\$684.65	-\$101.92	\$1,286.87	\$0.00	\$42.20	\$11,083.98	
	Agosto	\$15.13	\$2,187.49	\$4,072.87	\$856.44	\$683.84	\$5,613.15	\$752.16	-\$101.92	\$1,119.32	\$0.00	\$42.20	\$9,627.53	
	Septiembre	\$15.13	\$2,393.03	\$6,379.97	\$1,227.54	\$700.33	\$8,307.84	\$872.32	-\$101.92	\$1,511.97	\$0.00	\$42.20	\$13,040.57	
	Octubre	\$15.13	\$2,466.44	\$6,230.27	\$1,288.08	\$736.53	\$8,254.88	\$866.76	-\$101.92	\$1,513.90	\$0.00	\$42.20	\$13,057.39	
	Noviembre	\$15.13	\$2,393.03	\$5,753.54	\$1,169.03	\$638.34	\$7,560.91	\$763.65	-\$101.92	\$1,400.74	\$0.00	\$42.20	\$12,073.74	
	Diciembre	\$15.13	\$2,363.67	\$5,370.15	\$1,091.62	\$613.86	\$7,075.63	\$750.02	-\$101.92	\$1,332.06	\$0.00	\$42.20	\$11,476.79	

Fuente: Propia

Tabla 3.37. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 6 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2025	Enero	\$15.13	\$719.49	\$1,446.52	\$444.45	\$425.60	\$2,316.57	\$796.90	-\$104.06	\$505.85	\$0.00	\$43.08	\$4,292.96	\$132,584.16
	Febrero	\$15.45	\$1,828.72	\$3,088.25	\$650.90	\$534.67	\$4,273.82	\$606.88	-\$104.06	\$879.83	\$0.00	\$43.08	\$7,543.72	
	Marzo	\$15.45	\$2,458.27	\$5,063.27	\$1,141.23	\$626.49	\$6,830.99	\$683.10	-\$104.06	\$1,304.02	\$0.00	\$43.08	\$11,230.85	
	Abril	\$15.45	\$2,578.19	\$5,145.98	\$1,212.70	\$646.39	\$7,005.07	\$742.54	-\$104.06	\$1,349.96	\$0.00	\$43.08	\$11,630.23	
	Mayo	\$15.45	\$2,653.14	\$5,780.90	\$1,335.22	\$697.21	\$7,813.33	\$773.52	-\$104.06	\$1,468.81	\$0.00	\$43.08	\$12,663.27	
	Junio	\$15.45	\$2,608.17	\$6,313.06	\$1,404.53	\$772.38	\$8,489.97	\$781.08	-\$104.06	\$1,551.91	\$0.00	\$43.08	\$13,385.60	
	Julio	\$15.45	\$2,428.29	\$5,188.69	\$1,044.53	\$687.83	\$6,921.05	\$699.03	-\$104.06	\$1,313.90	\$0.00	\$43.08	\$11,316.74	
	Agosto	\$15.45	\$2,233.43	\$4,158.40	\$874.43	\$698.20	\$5,731.03	\$767.96	-\$104.06	\$1,142.82	\$0.00	\$43.08	\$9,829.71	
	Septiembre	\$15.45	\$2,443.28	\$6,513.95	\$1,253.31	\$715.04	\$8,482.30	\$890.64	-\$104.06	\$1,543.72	\$0.00	\$43.08	\$13,314.41	
	Octubre	\$15.45	\$2,518.23	\$6,361.10	\$1,315.13	\$752.00	\$8,428.23	\$884.96	-\$104.06	\$1,545.69	\$0.00	\$43.08	\$13,331.58	
	Noviembre	\$15.45	\$2,443.28	\$5,874.37	\$1,193.58	\$651.75	\$7,719.70	\$779.69	-\$104.06	\$1,430.16	\$0.00	\$43.08	\$12,327.30	
	Diciembre	\$15.45	\$2,413.30	\$5,482.93	\$1,114.54	\$626.75	\$7,224.22	\$765.77	-\$104.06	\$1,360.04	\$0.00	\$43.08	\$11,717.80	
2026	Enero	\$15.45	\$734.60	\$1,476.90	\$453.78	\$434.54	\$2,365.22	\$813.64	-\$106.24	\$516.48	\$0.00	\$43.99	\$4,383.14	\$135,368.61
	Febrero	\$15.78	\$1,867.12	\$3,153.10	\$664.57	\$545.90	\$4,363.57	\$619.63	-\$106.24	\$898.31	\$0.00	\$43.99	\$7,702.16	
	Marzo	\$15.78	\$2,509.90	\$5,169.60	\$1,165.19	\$639.64	\$6,974.43	\$697.44	-\$106.24	\$1,331.40	\$0.00	\$43.99	\$11,466.70	
	Abril	\$15.78	\$2,632.33	\$5,254.05	\$1,238.17	\$659.96	\$7,152.18	\$758.13	-\$106.24	\$1,378.31	\$0.00	\$43.99	\$11,874.48	
	Mayo	\$15.78	\$2,708.85	\$5,902.29	\$1,363.26	\$711.85	\$7,977.40	\$789.76	-\$106.24	\$1,499.65	\$0.00	\$43.99	\$12,929.19	
	Junio	\$15.78	\$2,662.94	\$6,445.64	\$1,434.02	\$788.60	\$8,668.26	\$797.48	-\$106.24	\$1,584.50	\$0.00	\$43.99	\$13,666.71	
	Julio	\$15.78	\$2,479.29	\$5,297.65	\$1,066.46	\$702.28	\$7,066.39	\$713.71	-\$106.24	\$1,341.49	\$0.00	\$43.99	\$11,554.41	
	Agosto	\$15.78	\$2,280.33	\$4,245.73	\$892.79	\$712.87	\$5,851.39	\$784.09	-\$106.24	\$1,166.83	\$0.00	\$43.99	\$10,036.17	
	Septiembre	\$15.78	\$2,494.59	\$6,650.74	\$1,279.63	\$730.06	\$8,660.43	\$909.35	-\$106.24	\$1,576.14	\$0.00	\$43.99	\$13,594.04	
	Octubre	\$15.78	\$2,571.11	\$6,494.69	\$1,342.74	\$767.79	\$8,605.22	\$903.55	-\$106.24	\$1,578.15	\$0.00	\$43.99	\$13,611.56	
	Noviembre	\$15.78	\$2,494.59	\$5,997.73	\$1,218.64	\$665.43	\$7,881.80	\$796.06	-\$106.24	\$1,460.19	\$0.00	\$43.99	\$12,586.17	
	Diciembre	\$15.78	\$2,463.98	\$5,598.07	\$1,137.94	\$639.91	\$7,375.92	\$781.85	-\$106.24	\$1,388.60	\$0.00	\$43.99	\$11,963.88	

Fuente: Propia

Tabla 3.38. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 7 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2027	Enero	\$15.78	\$750.03	\$1,507.92	\$463.31	\$443.66	\$2,414.89	\$830.72	-\$108.47	\$527.32	\$0.00	\$44.91	\$4,475.18	\$138,211.32
	Febrero	\$16.11	\$1,906.33	\$3,219.31	\$678.52	\$557.36	\$4,455.19	\$632.64	-\$108.47	\$917.17	\$0.00	\$44.91	\$7,863.88	
	Marzo	\$16.11	\$2,562.60	\$5,278.16	\$1,189.66	\$653.08	\$7,120.90	\$712.09	-\$108.47	\$1,359.36	\$0.00	\$44.91	\$11,707.50	
	Abril	\$16.11	\$2,687.61	\$5,364.38	\$1,264.17	\$673.82	\$7,302.37	\$774.05	-\$108.47	\$1,407.26	\$0.00	\$44.91	\$12,123.84	
	Mayo	\$16.11	\$2,765.74	\$6,026.24	\$1,391.89	\$726.80	\$8,144.93	\$806.35	-\$108.47	\$1,531.15	\$0.00	\$44.91	\$13,200.72	
	Junio	\$16.11	\$2,718.86	\$6,581.00	\$1,464.14	\$805.16	\$8,850.30	\$814.23	-\$108.47	\$1,617.77	\$0.00	\$44.91	\$13,953.71	
	Julio	\$16.11	\$2,531.35	\$5,408.90	\$1,088.86	\$717.02	\$7,214.78	\$728.69	-\$108.47	\$1,369.66	\$0.00	\$44.91	\$11,797.03	
	Agosto	\$16.11	\$2,328.22	\$4,334.89	\$911.54	\$727.84	\$5,974.27	\$800.55	-\$108.47	\$1,191.33	\$0.00	\$44.91	\$10,246.92	
	Septiembre	\$16.11	\$2,546.98	\$6,790.40	\$1,306.51	\$745.39	\$8,842.30	\$928.44	-\$108.47	\$1,609.24	\$0.00	\$44.91	\$13,879.51	
	Octubre	\$16.11	\$2,625.11	\$6,631.08	\$1,370.94	\$783.92	\$8,785.94	\$922.52	-\$108.47	\$1,611.30	\$0.00	\$44.91	\$13,897.42	
	Noviembre	\$16.11	\$2,546.98	\$6,123.68	\$1,244.24	\$679.41	\$8,047.33	\$812.78	-\$108.47	\$1,490.85	\$0.00	\$44.91	\$12,850.49	
Diciembre	\$16.11	\$2,515.73	\$5,715.63	\$1,161.84	\$653.35	\$7,530.82	\$798.27	-\$108.47	\$1,417.76	\$0.00	\$44.91	\$12,215.13		
2028	Enero	\$16.11	\$765.78	\$1,539.58	\$473.04	\$452.98	\$2,465.60	\$848.17	-\$110.75	\$538.40	\$0.00	\$45.86	\$4,569.17	\$141,113.72
	Febrero	\$16.44	\$1,946.36	\$3,286.92	\$692.77	\$569.07	\$4,548.76	\$645.92	-\$110.75	\$936.43	\$0.00	\$45.86	\$8,029.02	
	Marzo	\$16.44	\$2,616.42	\$5,389.00	\$1,214.64	\$666.79	\$7,270.43	\$727.04	-\$110.75	\$1,387.90	\$0.00	\$45.86	\$11,953.34	
	Abril	\$16.44	\$2,744.05	\$5,477.03	\$1,290.71	\$687.97	\$7,455.71	\$790.31	-\$110.75	\$1,436.81	\$0.00	\$45.86	\$12,378.43	
	Mayo	\$16.44	\$2,823.82	\$6,152.79	\$1,421.12	\$742.06	\$8,315.97	\$823.28	-\$110.75	\$1,563.30	\$0.00	\$45.86	\$13,477.92	
	Junio	\$16.44	\$2,775.96	\$6,719.20	\$1,494.89	\$822.07	\$9,036.16	\$831.33	-\$110.75	\$1,651.75	\$0.00	\$45.86	\$14,246.75	
	Julio	\$16.44	\$2,584.51	\$5,522.49	\$1,111.73	\$732.08	\$7,366.30	\$744.00	-\$110.75	\$1,398.42	\$0.00	\$45.86	\$12,044.78	
	Agosto	\$16.44	\$2,377.11	\$4,425.92	\$930.68	\$743.12	\$6,099.72	\$817.36	-\$110.75	\$1,216.34	\$0.00	\$45.86	\$10,462.08	
	Septiembre	\$16.44	\$2,600.47	\$6,933.00	\$1,333.94	\$761.04	\$9,027.98	\$947.94	-\$110.75	\$1,643.03	\$0.00	\$45.86	\$14,170.97	
	Octubre	\$16.44	\$2,680.23	\$6,770.33	\$1,399.73	\$800.38	\$8,970.44	\$941.90	-\$110.75	\$1,645.13	\$0.00	\$45.86	\$14,189.25	
	Noviembre	\$16.44	\$2,600.47	\$6,252.28	\$1,270.36	\$693.68	\$8,216.32	\$829.85	-\$110.75	\$1,522.16	\$0.00	\$45.86	\$13,120.35	
	Diciembre	\$16.44	\$2,568.56	\$5,835.66	\$1,186.24	\$667.07	\$7,688.97	\$815.03	-\$110.75	\$1,447.53	\$0.00	\$45.86	\$12,471.64	

Fuente: Propia

Tabla 3.39. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 8 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2029	Enero	\$16.44	\$781.86	\$1,571.91	\$482.98	\$462.49	\$2,517.38	\$865.98	-\$113.08	\$549.70	\$0.00	\$46.82	\$4,665.10	\$144,077.08
	Febrero	\$16.79	\$1,987.23	\$3,355.95	\$707.32	\$581.02	\$4,644.29	\$659.49	-\$113.08	\$956.10	\$0.00	\$46.82	\$8,197.64	
	Marzo	\$16.79	\$2,671.36	\$5,502.17	\$1,240.15	\$680.79	\$7,423.11	\$742.31	-\$113.08	\$1,417.05	\$0.00	\$46.82	\$12,204.36	
	Abril	\$16.79	\$2,801.67	\$5,592.05	\$1,317.82	\$702.42	\$7,612.29	\$806.90	-\$113.08	\$1,466.98	\$0.00	\$46.82	\$12,638.37	
	Mayo	\$16.79	\$2,883.12	\$6,282.00	\$1,450.96	\$757.64	\$8,490.60	\$840.57	-\$113.08	\$1,596.13	\$0.00	\$46.82	\$13,760.95	
	Junio	\$16.79	\$2,834.25	\$6,860.30	\$1,526.28	\$839.33	\$9,225.91	\$848.78	-\$113.08	\$1,686.43	\$0.00	\$46.82	\$14,545.90	
	Julio	\$16.79	\$2,638.79	\$5,638.46	\$1,135.07	\$747.46	\$7,520.99	\$759.62	-\$113.08	\$1,427.79	\$0.00	\$46.82	\$12,297.72	
	Agosto	\$16.79	\$2,427.03	\$4,518.87	\$950.23	\$758.73	\$6,227.83	\$834.53	-\$113.08	\$1,241.89	\$0.00	\$46.82	\$10,681.81	
	Septiembre	\$16.79	\$2,655.08	\$7,078.60	\$1,361.96	\$777.02	\$9,217.58	\$967.85	-\$113.08	\$1,677.54	\$0.00	\$46.82	\$14,468.58	
	Octubre	\$16.79	\$2,736.52	\$6,912.51	\$1,429.13	\$817.19	\$9,158.83	\$961.68	-\$113.08	\$1,679.68	\$0.00	\$46.82	\$14,487.24	
	Noviembre	\$16.79	\$2,655.08	\$6,383.57	\$1,297.04	\$708.24	\$8,388.85	\$847.27	-\$113.08	\$1,554.13	\$0.00	\$46.82	\$13,395.86	
Diciembre	\$16.79	\$2,622.50	\$5,958.21	\$1,211.15	\$681.08	\$7,850.44	\$832.15	-\$113.08	\$1,477.93	\$0.00	\$46.82	\$12,733.55		
2030	Enero	\$16.79	\$798.28	\$1,604.92	\$493.12	\$472.20	\$2,570.24	\$884.16	-\$115.45	\$561.25	\$0.00	\$47.80	\$4,763.07	\$147,102.6
	Febrero	\$17.14	\$2,028.97	\$3,426.42	\$722.17	\$593.22	\$4,741.81	\$673.34	-\$115.45	\$976.18	\$0.00	\$47.80	\$8,369.79	
	Marzo	\$17.14	\$2,727.46	\$5,617.71	\$1,266.19	\$695.09	\$7,578.99	\$757.90	-\$115.45	\$1,446.81	\$0.00	\$47.80	\$12,460.65	
	Abril	\$17.14	\$2,860.51	\$5,709.48	\$1,345.49	\$717.17	\$7,772.14	\$823.85	-\$115.45	\$1,497.79	\$0.00	\$47.80	\$12,903.78	
	Mayo	\$17.14	\$2,943.66	\$6,413.92	\$1,481.43	\$773.55	\$8,668.90	\$858.22	-\$115.45	\$1,629.64	\$0.00	\$47.80	\$14,049.91	
	Junio	\$17.14	\$2,893.77	\$7,004.37	\$1,558.33	\$856.96	\$9,419.66	\$866.61	-\$115.45	\$1,721.85	\$0.00	\$47.80	\$14,851.38	
	Julio	\$17.14	\$2,694.20	\$5,756.87	\$1,158.91	\$763.15	\$7,678.93	\$775.57	-\$115.45	\$1,457.77	\$0.00	\$47.80	\$12,555.96	
	Agosto	\$17.14	\$2,478.00	\$4,613.76	\$970.18	\$774.66	\$6,358.60	\$852.05	-\$115.45	\$1,267.97	\$0.00	\$47.80	\$10,906.11	
	Septiembre	\$17.14	\$2,710.83	\$7,227.25	\$1,390.56	\$793.34	\$9,411.15	\$988.17	-\$115.45	\$1,712.76	\$0.00	\$47.80	\$14,772.40	
	Octubre	\$17.14	\$2,793.99	\$7,057.67	\$1,459.14	\$834.35	\$9,351.16	\$981.87	-\$115.45	\$1,714.95	\$0.00	\$47.80	\$14,791.46	
	Noviembre	\$17.14	\$2,710.83	\$6,517.63	\$1,324.28	\$723.12	\$8,565.03	\$865.07	-\$115.45	\$1,586.76	\$0.00	\$47.80	\$13,677.18	
Diciembre	\$17.14	\$2,677.57	\$6,083.33	\$1,236.59	\$695.38	\$8,015.30	\$849.62	-\$115.45	\$1,508.97	\$0.00	\$47.80	\$13,000.95		

Fuente: Propia

Tabla 3.40. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 9 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2031	Enero	\$17.14	\$815.05	\$1,638.63	\$503.47	\$482.12	\$2,624.22	\$902.73	-\$117.88	\$573.03	\$0.00	\$48.81	\$4,863.10	\$150,191.86
	Febrero	\$17.50	\$2,071.57	\$3,498.38	\$737.34	\$605.68	\$4,841.40	\$687.48	-\$117.88	\$996.68	\$0.00	\$48.81	\$8,545.56	
	Marzo	\$17.50	\$2,784.74	\$5,735.69	\$1,292.78	\$709.69	\$7,738.16	\$773.82	-\$117.88	\$1,477.19	\$0.00	\$48.81	\$12,722.34	
	Abril	\$17.50	\$2,920.58	\$5,829.38	\$1,373.75	\$732.23	\$7,935.36	\$841.15	-\$117.88	\$1,529.24	\$0.00	\$48.81	\$13,174.76	
	Mayo	\$17.50	\$3,005.48	\$6,548.62	\$1,512.54	\$789.80	\$8,850.96	\$876.24	-\$117.88	\$1,663.87	\$0.00	\$48.81	\$14,344.98	
	Junio	\$17.50	\$2,954.54	\$7,151.46	\$1,591.05	\$874.96	\$9,617.47	\$884.81	-\$117.88	\$1,758.01	\$0.00	\$48.81	\$15,163.26	
	Julio	\$17.50	\$2,750.78	\$5,877.76	\$1,183.25	\$779.18	\$7,840.19	\$791.86	-\$117.88	\$1,488.39	\$0.00	\$48.81	\$12,819.65	
	Agosto	\$17.50	\$2,530.04	\$4,710.65	\$990.56	\$790.93	\$6,492.14	\$869.95	-\$117.88	\$1,294.60	\$0.00	\$48.81	\$11,135.16	
	Septiembre	\$17.50	\$2,767.76	\$7,379.02	\$1,419.76	\$810.00	\$9,608.78	\$1,008.92	-\$117.88	\$1,748.73	\$0.00	\$48.81	\$15,082.62	
	Octubre	\$17.50	\$2,852.66	\$7,205.88	\$1,489.78	\$851.87	\$9,547.53	\$1,002.49	-\$117.88	\$1,750.97	\$0.00	\$48.81	\$15,102.08	
	Noviembre	\$17.50	\$2,767.76	\$6,654.50	\$1,352.09	\$738.30	\$8,744.89	\$883.23	-\$117.88	\$1,620.08	\$0.00	\$48.81	\$13,964.39	
Diciembre	\$17.50	\$2,733.80	\$6,211.08	\$1,262.55	\$709.98	\$8,183.61	\$867.46	-\$117.88	\$1,540.65	\$0.00	\$48.81	\$13,273.95		
2032	Enero	\$17.50	\$832.16	\$1,673.04	\$514.05	\$492.24	\$2,679.33	\$921.69	-\$120.35	\$585.07	\$0.00	\$49.83	\$4,965.23	\$153,345.89
	Febrero	\$17.87	\$2,115.08	\$3,571.84	\$752.82	\$618.40	\$4,943.06	\$701.91	-\$120.35	\$1,017.61	\$0.00	\$49.83	\$8,725.01	
	Marzo	\$17.87	\$2,843.22	\$5,856.13	\$1,319.93	\$724.59	\$7,900.65	\$790.07	-\$120.35	\$1,508.21	\$0.00	\$49.83	\$12,989.50	
	Abril	\$17.87	\$2,981.91	\$5,951.80	\$1,402.60	\$747.61	\$8,102.01	\$858.81	-\$120.35	\$1,561.36	\$0.00	\$49.83	\$13,451.44	
	Mayo	\$17.87	\$3,068.60	\$6,686.14	\$1,544.30	\$806.38	\$9,036.82	\$894.65	-\$120.35	\$1,698.81	\$0.00	\$49.83	\$14,646.23	
	Junio	\$17.87	\$3,016.59	\$7,301.64	\$1,624.47	\$893.33	\$9,819.44	\$903.39	-\$120.35	\$1,794.93	\$0.00	\$49.83	\$15,481.70	
	Julio	\$17.87	\$2,808.55	\$6,001.19	\$1,208.09	\$795.54	\$8,004.82	\$808.49	-\$120.35	\$1,519.64	\$0.00	\$49.83	\$13,088.85	
	Agosto	\$17.87	\$2,583.17	\$4,809.58	\$1,011.36	\$807.54	\$6,628.48	\$888.22	-\$120.35	\$1,321.78	\$0.00	\$49.83	\$11,369.00	
	Septiembre	\$17.87	\$2,825.88	\$7,533.98	\$1,449.57	\$827.01	\$9,810.56	\$1,030.11	-\$120.35	\$1,785.45	\$0.00	\$49.83	\$15,399.35	
	Octubre	\$17.87	\$2,912.57	\$7,357.20	\$1,521.06	\$869.76	\$9,748.02	\$1,023.54	-\$120.35	\$1,787.74	\$0.00	\$49.83	\$15,419.22	
	Noviembre	\$17.87	\$2,825.88	\$6,794.24	\$1,380.48	\$753.81	\$8,928.53	\$901.78	-\$120.35	\$1,654.11	\$0.00	\$49.83	\$14,257.65	
	Diciembre	\$17.87	\$2,791.21	\$6,341.51	\$1,289.07	\$724.89	\$8,355.47	\$885.68	-\$120.35	\$1,573.01	\$0.00	\$49.83	\$13,552.72	

Fuente: Propia

Tabla 3.41. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 10 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2033	Enero	\$17.87	\$849.64	\$1,708.17	\$524.84	\$502.58	\$2,735.59	\$941.04	-\$122.88	\$597.35	\$0.00	\$50.88	\$5,069.49	\$156,566.20
	Febrero	\$18.25	\$2,159.49	\$3,646.85	\$768.63	\$631.38	\$5,046.86	\$716.65	-\$122.88	\$1,038.98	\$0.00	\$50.88	\$8,908.23	
	Marzo	\$18.25	\$2,902.93	\$5,979.11	\$1,347.65	\$739.81	\$8,066.57	\$806.66	-\$122.88	\$1,539.89	\$0.00	\$50.88	\$13,262.30	
	Abril	\$18.25	\$3,044.53	\$6,076.79	\$1,432.05	\$763.31	\$8,272.15	\$876.85	-\$122.88	\$1,594.15	\$0.00	\$50.88	\$13,733.93	
	Mayo	\$18.25	\$3,133.04	\$6,826.55	\$1,576.73	\$823.32	\$9,226.60	\$913.43	-\$122.88	\$1,734.49	\$0.00	\$50.88	\$14,953.81	
	Junio	\$18.25	\$3,079.93	\$7,454.97	\$1,658.58	\$912.09	\$10,025.64	\$922.36	-\$122.88	\$1,832.62	\$0.00	\$50.88	\$15,806.80	
	Julio	\$18.25	\$2,867.52	\$6,127.22	\$1,233.46	\$812.25	\$8,172.93	\$825.47	-\$122.88	\$1,551.56	\$0.00	\$50.88	\$13,363.73	
	Agosto	\$18.25	\$2,637.41	\$4,910.58	\$1,032.60	\$824.50	\$6,767.68	\$906.87	-\$122.88	\$1,349.54	\$0.00	\$50.88	\$11,607.75	
	Septiembre	\$18.25	\$2,885.23	\$7,692.19	\$1,480.01	\$844.38	\$10,016.58	\$1,051.74	-\$122.88	\$1,822.95	\$0.00	\$50.88	\$15,722.75	
	Octubre	\$18.25	\$2,973.73	\$7,511.70	\$1,553.01	\$888.02	\$9,952.73	\$1,045.04	-\$122.88	\$1,825.28	\$0.00	\$50.88	\$15,743.03	
	Noviembre	\$18.25	\$2,885.23	\$6,936.92	\$1,409.47	\$769.64	\$9,116.03	\$920.72	-\$122.88	\$1,688.84	\$0.00	\$50.88	\$14,557.07	
Diciembre	\$18.25	\$2,849.82	\$6,474.68	\$1,316.14	\$740.11	\$8,530.93	\$904.28	-\$122.88	\$1,606.04	\$0.00	\$50.88	\$13,837.32		
2034	Enero	\$18.25	\$867.48	\$1,744.04	\$535.86	\$513.13	\$2,793.03	\$960.81	-\$125.46	\$609.90	\$0.00	\$51.95	\$5,175.96	\$159,854.11
	Febrero	\$18.63	\$2,204.84	\$3,723.43	\$784.77	\$644.64	\$5,152.84	\$731.70	-\$125.46	\$1,060.79	\$0.00	\$51.95	\$9,095.29	
	Marzo	\$18.63	\$2,963.89	\$6,104.68	\$1,375.95	\$755.34	\$8,235.97	\$823.60	-\$125.46	\$1,572.23	\$0.00	\$51.95	\$13,540.81	
	Abril	\$18.63	\$3,108.47	\$6,204.40	\$1,462.13	\$779.34	\$8,445.87	\$895.26	-\$125.46	\$1,627.62	\$0.00	\$51.95	\$14,022.34	
	Mayo	\$18.63	\$3,198.83	\$6,969.90	\$1,609.85	\$840.61	\$9,420.36	\$932.62	-\$125.46	\$1,770.91	\$0.00	\$51.95	\$15,267.84	
	Junio	\$18.63	\$3,144.61	\$7,611.53	\$1,693.41	\$931.24	\$10,236.18	\$941.73	-\$125.46	\$1,871.10	\$0.00	\$51.95	\$16,138.74	
	Julio	\$18.63	\$2,927.74	\$6,255.89	\$1,259.37	\$829.30	\$8,344.56	\$842.80	-\$125.46	\$1,584.14	\$0.00	\$51.95	\$13,644.36	
	Agosto	\$18.63	\$2,692.80	\$5,013.70	\$1,054.28	\$841.81	\$6,909.79	\$925.91	-\$125.46	\$1,377.88	\$0.00	\$51.95	\$11,851.50	
	Septiembre	\$18.63	\$2,945.82	\$7,853.73	\$1,511.10	\$862.11	\$10,226.94	\$1,073.83	-\$125.46	\$1,861.23	\$0.00	\$51.95	\$16,052.94	
	Octubre	\$18.63	\$3,036.18	\$7,669.45	\$1,585.62	\$906.67	\$10,161.74	\$1,066.98	-\$125.46	\$1,863.61	\$0.00	\$51.95	\$16,073.63	
	Noviembre	\$18.63	\$2,945.82	\$7,082.60	\$1,439.07	\$785.80	\$9,307.47	\$940.05	-\$125.46	\$1,724.31	\$0.00	\$51.95	\$14,862.77	
Diciembre	\$18.63	\$2,909.67	\$6,610.65	\$1,343.78	\$755.66	\$8,710.09	\$923.27	-\$125.46	\$1,639.77	\$0.00	\$51.95	\$14,127.92		

Fuente: Propia

Tabla 3.42. Proyecciones de pagos mensuales por el servicio eléctrico 2, 2015-2035. Tabla 11 de 11.

Año	Mes	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total mensual	Total Anual
				Resto	punta	valle	Total							
2035	Enero	\$18.63	\$885.70	\$1,780.67	\$547.12	\$523.91	\$2,851.70	\$980.98	-\$128.09	\$622.71	\$0.00	\$53.04	\$5,284.67	\$163,211.09
	Febrero	\$19.02	\$2,251.15	\$3,801.63	\$801.25	\$658.18	\$5,261.06	\$747.07	-\$128.09	\$1,083.07	\$0.00	\$53.04	\$9,286.32	
	Marzo	\$19.02	\$3,026.13	\$6,232.87	\$1,404.85	\$771.20	\$8,408.92	\$840.89	-\$128.09	\$1,605.24	\$0.00	\$53.04	\$13,825.15	
	Abril	\$19.02	\$3,173.75	\$6,334.69	\$1,492.83	\$795.70	\$8,623.22	\$914.06	-\$128.09	\$1,661.80	\$0.00	\$53.04	\$14,316.80	
	Mayo	\$19.02	\$3,266.01	\$7,116.27	\$1,643.65	\$858.26	\$9,618.18	\$952.20	-\$128.09	\$1,808.10	\$0.00	\$53.04	\$15,588.46	
	Junio	\$19.02	\$3,210.65	\$7,771.37	\$1,728.97	\$950.80	\$10,451.14	\$961.51	-\$128.09	\$1,910.40	\$0.00	\$53.04	\$16,477.67	
	Julio	\$19.02	\$2,989.23	\$6,387.26	\$1,285.81	\$846.72	\$8,519.79	\$860.50	-\$128.09	\$1,617.41	\$0.00	\$53.04	\$13,930.90	
	Agosto	\$19.02	\$2,749.35	\$5,118.99	\$1,076.42	\$859.49	\$7,054.90	\$945.36	-\$128.09	\$1,406.82	\$0.00	\$53.04	\$12,100.40	
	Septiembre	\$19.02	\$3,007.68	\$8,018.66	\$1,542.83	\$880.21	\$10,441.70	\$1,096.38	-\$128.09	\$1,900.32	\$0.00	\$53.04	\$16,390.05	
	Octubre	\$19.02	\$3,099.94	\$7,830.51	\$1,618.92	\$925.71	\$10,375.14	\$1,089.39	-\$128.09	\$1,902.75	\$0.00	\$53.04	\$16,411.19	
	Noviembre	\$19.02	\$3,007.68	\$7,231.33	\$1,469.29	\$802.30	\$9,502.92	\$959.80	-\$128.09	\$1,760.52	\$0.00	\$53.04	\$15,174.89	
	Diciembre	\$19.02	\$2,970.77	\$6,749.47	\$1,372.00	\$771.53	\$8,893.00	\$942.66	-\$128.09	\$1,674.20	\$0.00	\$53.04	\$14,424.60	
2036	Enero	\$19.02												
	Febrero													
	Marzo													
	Abril													
	Mayo													
	Junio													
	Julio													
	Agosto													
	Septiembre													
	Octubre													
	Noviembre													
	Diciembre													

Fuente: Propia

En los pronósticos para el cargo en otros y en cargo de interés por mora se ha utilizado el promedio mensual pagado en el año 2014, ya que, no se sabe cómo es su variación a través del tiempo, pero en el cargo por otros se han sustituido los valores de cobros de \$105.23 en abril, \$3,253.47 en mayo y \$74.07 en junio (todos de 2013); ya que, son cobros por la sustitución de un transformador para el edificio de carreras múltiples. Se han sustituido por el descuento de -\$84.53 que el promedio para ese año.

3.2.1.3.3. Oportunidades de disminuir la factura eléctrica

Oportunidades de disminuir la factura eléctrica se refiere a disminuir los cargos por los que se compone la factura eléctrica cobrada cada mes. Esta factura depende de cómo se consume la electricidad en la UES-FMOcc, del tipo de servicio contratado, de la calidad del suministro eléctrico por parte de la empresa distribuidora, de factores electromagnéticos de cargas eléctricas instaladas que pueden causar multas, de retrasos en los pagos del servicio, entre otros que se describen en seguida.

Disminución de los cobros por distribución de potencia demandada

El cobro por distribución de potencia es igual al valor de la potencia máxima demandada en el mes por el precio del kw de potencia eléctrica impuesto por la SIGET, por tanto, se disminuirá el cobro en el rubro cargo por distribución por cada kw que logre disminuirse en ese punto de demanda máxima. El cobro por kw demandado ronda actualmente los \$12.00 y la demanda máxima entre 25 y 175 kw según el mes analizado, en consecuencia se tiene un amplio rango donde disminuir el cobro por distribución de potencia. Entre las acciones para disminuir la demanda de potencia máxima están la instalación de capacitores, sustitución de equipos eléctricos-electrónicos en los sistemas de iluminación, de climatización y de equipo ofimático por otros sistemas de mayor eficiencia energética (que brinden el mismo rendimiento por menos potencia), entre otros.

Disminución de los cobros por energía consumida

La energía consumida depende de la potencia demandada por los equipos eléctrico-electrónicos instalados y por el tiempo de funcionamiento que se dé a estos. La energía consumida se mide en kwh, por tanto, se disminuirá el cargo por energía por cada kwh que logre disminuirse o no consumirse. Entre las acciones que pueden implementarse para disminuir el consumo de electricidad están: comprar equipo más eficiente (de menor potencia con igual rendimiento) en los sistemas de iluminación, de climatización y de equipo ofimático (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, entre otras); utilizar menor tiempo los equipos eléctricos-electrónicos existentes en especial aquel tiempo cuando el equipo esta encendido y no se utiliza, entre otras. Este es el principal cargo que se desea disminuir, pues, es por el que más se paga en concepto de electricidad. Se proponen acciones en el capítulo 4 de éste trabajo que presumen un ahorro de hasta el 50% del consumo actual.

Disminución de los cobros por multas en factor de potencia

Como se describió en los datos de facturación de 2009-2015, a la universidad le cobran una multa por violación al valor mínimo del índice de factor de potencia de 0.900. Este valor bajo del factor de potencia se debe a la instalación de demasiada carga inductiva en el sistema eléctrico de la facultad. Se pagó en el 2014 un monto de \$5,095.00 por esta multa y se va incrementando para el 2015. Por tanto, corregir este problema incurriría en un ahorro de \$5,000.00 como mínimo en los próximos años. Entre las acciones para corregir este problema esta sustitución de la carga inductiva causante del índice de factor de potencia bajo, en la parte 3.2.3 del capítulo 3 “Diagnóstico del sistema de iluminación” se determina que el principal causante por el cual el índice de factor de potencia se encuentra bajo es iluminar la mayor parte de la universidad con lámparas fluorescentes, por tanto, al sustituir por luminarias led se corregiría en gran medida este problema y se evadiría la multa. Pero si no se corrige con la sustitución de la luminaria fluorescente, debe instalarse carga capacitiva (bancos de capacitores) para corregir el problema y ya no seguir pagando la multa.

Disminución de los cobros de interés por mora

La Facultad Multidisciplinaria de Occidente presenta un comportamiento moroso en los pagos por el servicio eléctrico. Desde el año 2013 en adelante ha pagado un promedio de

\$35.00 de mora por mes. Se ha indagado las causas del problema y se encontró que la falta de liquidez para afrontar los gastos fijos como el servicio de energía eléctrica es el principal motivo del comportamiento moroso, se supo por parte del jefe de administración financiera que la iliquidez obedece a ingresos no constantes de pago por servicios educativos, pues, los estudiantes no efectúan el pago de la matrícula y las cuotas mensuales sino hasta los inicios ciclos educativos, dejando a la facultad en el intervalo de meses comprendido entre inicio de ciclo y fin ciclo sin liquidez para hacer frente a los pagos de servicio básicos. Al final, lo cierto es que se paga la multa de \$35.00 mensuales por mora, algo que puede ahorrarse con una política de pago a tiempo.

3.2.2. DIAGNÓSTICO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS-ELECTRÓNICAS Y ESTRUCTURALES

La esencia de este segundo diagnóstico es estudiar la infraestructura instalada en la facultad que contribuye directa o indirectamente al consumo eléctrico, luego analizar si este consumo directo o indirecto es producto de desperdicio de energía, y si lo anterior es verdadero diagnosticar las causas del desperdicio; para luego plantear acciones que disminuyan, eliminen o prevengan estas causas.

La infraestructura que contribuye de forma directa al consumo de energía son las Instalaciones Eléctrica-Electrónicas, pues, son las que necesitan energía para su funcionamiento. En la UES-FMOcc estas instalaciones se dividen en tres grandes sistemas: el sistema de iluminación, el sistema de climatización y el sistema de equipo ofimático; cada sistema tiene sus características de carga eléctrica, tipo de tecnología, tiempo de funcionamiento, rendimiento, entre otras que definen el consumo de energía directo.

La infraestructura que contribuye de forma indirecta al consumo de energía son las Instalaciones Estructurales (edificios de la universidad). Se mencionó que el consumo directo de electricidad en la facultad se lo adjudican los sistemas de iluminación, de climatización y de equipo ofimático casi en su mayoría; las Instalaciones Estructurales condicionan indirectamente como se produce el gasto de electricidad en los sistemas mencionados, pues, las Instalaciones Eléctricas-Electrónicas se montan sobre las Instalaciones Estructurales. En consecuencia el consumo indirecto se estudia sobre como contribuyen los diseños

estructurales de los edificios de la universidad al consumo de energía directo en los sistemas de iluminación, climatización y equipo ofimático; entre estos está el diseño de los sistemas de iluminación y ventilación natural que disminuye el uso lámparas y de aire acondicionado, por tanto, disminuye el consumo directo en dos sistemas.

Es por esta división que se presentan tres diagnósticos diferentes: el diagnóstico del sistema de iluminación, el diagnóstico del sistema de climatización y el diagnóstico del sistema de equipo ofimático; cada uno abordado desde el punto de vista de carga eléctrica-electrónica instalada y desde el punto de vista del diseño estructural instalado.

Para los diagnósticos se hará un censo de las instalaciones eléctricas-electrónicas de los tres sistemas; lo que equivale también a un censo de las instalaciones estructurales, analizando los diseños de los edificios para los tres sistemas. Hay que recordar que estos diagnósticos son a través de medición indirecta, ya que, medir el consumo de forma directa resultaría una tarea demasiado laboriosa; el procedimiento de medición es el siguiente.

Lo que se necesita es saber el consumo eléctrico de los tres sistemas, por tanto, se trabaja cada uno por separado. Para la medición del consumo de energía de las instalaciones eléctricas-electrónicas en kilowatt-hora (kwh), se investiga la carga en kilowatt (kw) que representa el equipo instalado y el tiempo en horas (h) que se utiliza éste en un día promedio, la combinación de ambos proporciona el consumo de energía. La carga en kw se obtiene de la etiqueta de especificaciones técnicas del fabricante, en ocasiones se encuentra en otras unidades diferentes de potencia o se encuentra expresada en términos de corriente (amperios) y voltaje (volts); el tiempo de uso del equipo en un día promedio se obtiene preguntando al usuario del equipo de iluminación, equipo de oficina o aire acondicionado, puede preguntarse el uso en horas por semana y luego obtener el promedio de un día, para mejor precisión.

Para la medición del consumo influenciado por el diseño de las instalaciones estructurales se utiliza la observación directa. Antes debe estudiarse sobre el diseño estructural de los sistemas de iluminación y climatización natural, para tener cierta pericia a la hora de evaluar cada edificio. Esta evaluación permite analizar si el consumo medido en las instalaciones eléctricas-electrónicas a través de las especificaciones del fabricante y el

tiempo de uso de los sistemas de iluminación, climatización y equipo ofimático puede disminuirse cambiando el diseño estructural en los edificios.

Como es costumbre cada diagnóstico se organiza de la siguiente manera:

- Descripción del sistema bajo diagnóstico
- Presentación de datos del sistema bajo diagnóstico
- Análisis de datos del sistema del sistema bajo diagnóstico

Se presentan a continuación los diagnósticos de los sistemas de iluminación, climatización y equipo ofimático.

3.2.2.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA UES-FMOcc

El diagnóstico del sistema de iluminación consiste en cuantificar el consumo de energía en la universidad causado por este sistema, identificar si este consumo es demasiado alto al encontrar situaciones que favorecen el desperdicio de electricidad; Si lo anterior resulta ser cierto deben buscarse las causas que provocan el desperdicio de energía, y por último plantear acciones que disminuyan, eliminen y/o prevengan el despilfarro eléctrico.

Como se mencionó, este diagnóstico se aborda desde dos puntos de vista: el primero es desde la carga eléctrica-electrónica de iluminación instalada y el segundo es desde la instalación estructural, identificando como el diseño del edificio favorece o desfavorece el desperdicio de energía en iluminación. Entre más específico sea el diagnóstico brindando valores de consumo eléctrico por iluminación para cubículos, oficinas, salones, unidades, aulas, ente otros; más específico será el análisis y más específica la individualización de responsabilidades al encontrarse desperdicios. Así, en el censo de iluminación se identifica cada lámpara, foco u otro tipo de luminaria en la facultad, localizando su ubicación para tener una visión espacial que contribuya al análisis simulado del consumo.

Este sistema es demasiado amplio y diferenciado, por eso, se ha dividido en dos tipo de iluminación: iluminación interna, que se refiere a toda luminaria cuyo funcionamiento se desarrolle dentro de un edificio (como oficinas, aulas, unidades, talleres, laboratorios, entre otros) e iluminación externa, que se refiere a toda luminaria cuyo funcionamiento se

desarrolle fuera de un edificio (como pasillos, jardines, perímetros, calles, entre otras). Por tanto, el diagnóstico de este sistema se divide en dos: Diagnóstico del sistema de iluminación interna y diagnóstico del sistema de iluminación externa.

Es importante decir que la mayor parte de datos presentados en el diagnóstico fueron levantados por los autores de este trabajo, ya que, no se encontraron fuentes secundarias que cuantificaran el consumo de energía por iluminación en la UES-FMOcc; por eso, se presentan los datos organizados en tablas de consumo para cada edificio, para tener una base de datos sobre el consumo eléctrico en este sistema de iluminación. Sin nada más que decir, se presentan en seguida ambos diagnósticos.

3.2.2.1.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERNA

El fundamento de este es cuantificar el consumo de energía en el sistema de iluminación interna de la universidad, analizar si el consumo es demasiado elevado debido a situaciones de desperdicio eléctrico, si lo anterior es verdadero deben identificarse las causas del desperdicio y luego plantear acciones para eliminar, disminuir y/o prevenir este.

El alcance del diagnóstico sobre la iluminación interna se limita a luminarias que se encuentren dentro de los edificios; como las que iluminan cubículos, oficinas, aulas, laboratorios, talleres, unidades administrativas, centros de cómputo, bibliotecas, entre otros. Como se hizo en los anteriores para mejor presentación, este diagnóstico se organiza de la siguiente forma:

- Descripción del sistema de iluminación interna
- Presentación de datos del sistema de iluminación interna
- Análisis de datos del sistema de iluminación interna

Se comienza con la siguiente descripción del sistema de luminarias internas.

3.2.2.1.1.1. Descripción de sistema de iluminación interna

La iluminación puede ser de tipo artificial o de tipo natural. La iluminación artificial consiste en todos aquellos aparatos que convierten la energía eléctrica en energía lumínica, en la facultad estos se utilizan durante toda la jornada educativa, representando un consumo

significativo de la factura total. Para describir completamente el sistema de iluminación interna se censó todos los espacios y corredores dentro de los edificios de la universidad para obtener la siguiente información:

Inventario de espacios: El inventario consiste en la recolección del nombre y las características de los lugares que presentan carga instalada por iluminación artificial, inventariando también el uso que le dan a estos lugares.

Dibujos de espacios: Debido a la limitante de no contar con planos en algunos de los edificios de la Facultad, se volvió necesario hacer dibujos de éstos, ya que son de importancia para analizar muchas problemáticas y realizar el análisis espacial de los datos.

Carga instalada: Se presenta un inventario de las cargas instaladas en concepto de iluminación para cada espacio. También se presentan los niveles de iluminación que poseen estos espacios, evaluados mediante un estudio de iluminación. Entre los aparatos encontrados para iluminación se tiene 4 variedades, los cuales se describen en la siguiente figura




Imagen	Potencia	Tipo	Temperatura de color	Conector
	60 w	Incandescente	-----	Roseton
	32 w	Fluorescente tipo u	6500 k	T8
	32 w 40 w	Fluorescente lineal Fluorescente lineal	6500 k 6500 k	T8 T12

Figura 3.46. Tipos de focos y tubos de luminarias.
Fuente propia

Donde:

- * **Potencia:** Este se refiere a la potencia que el aparato utiliza para su funcionamiento.
- * **Tipo:** Se refiere a la naturaleza estructural del aparato el cual depende del método utilizado para poder generar energía lumínica.

- * **Temperatura de color:** Se refiere a la luz que el aparato proporciona, comparándolo con la luz emitida por un cuerpo negro elevado a dicha temperatura en grados kelvin.
- * **Conector:** Este es el tipo de conector que se necesita para que este puede estar en contacto con la red.

Iluminación de áreas: Se realizó un estudio de los niveles de iluminación natural y artificial para detectar los espacios que necesitan estar con las luminarias artificiales encendidas durante el día, porque la iluminación natural de estos no cubre los niveles confortables mínimos establecido por las normas de higiene y seguridad ocupacional; y para el caso de la noche establecer si la iluminación artificial cumple con los niveles normados. Esto sirve como herramienta para detectar aquellos lugares donde son utilizadas luminarias sin ser necesario y es por tal razón que se estimó la recopilación de datos de este tipo.

Consumo eléctrico teórico por iluminación: Consiste en la obtención de consumos por iluminación interna. Este se obtienen realizando los cálculos correspondientes que de la cantidad de horas que una o varias luminarias permaneces encendidas en un espacio, multiplicado por la potencia eléctrica de trabajo de éstas. Esta es una medida indirecta del consumo de energía, ya que, se obtiene a través de un cálculo analítico.

3.2.2.1.1.2. Presentación de datos del sistema de iluminación interna

Se presentan los datos recopilados a lo largo de la investigación sobre iluminación interna en forma de tablas. Los datos presentados son: Carga eléctrica instalada por iluminación interna y consumo eléctrico en iluminación interna; la información se organiza en dos tablas para cada edificio de la UES-FMOcc, una para la carga instalada y otra para el consumo de energía. Para comprender el formato de ambas tablas se hace la siguiente descripción general.

Descripción de tablas de carga por iluminación interna en los edificios.

- 1) En esta columna se presenta el área en análisis y las zonas en las que se divide para el caso de ser demasiado extensa, cada lugar puede ubicarse en los del planos 1 al 22.

- 2) La columna 2 presenta un estudio de iluminación, los datos recolectados están en unidades de LUX disponibles para tres horarios: mañana, tarde y noche; estos a su vez se desglosan en datos medidos con el uso de iluminación artificial (CL) y otros únicamente con iluminación natural (SL). Se representan como puntos en los planos.
- 3) La columna 3 presenta la cantidad de luminarias instaladas en cada área según cuatro tipos. Cada tipo de luminaria se distingue por la cantidad de tubos fluorescentes que utiliza, estas pueden ser luminarias de 1, 2, 3 y 4 tubos.
- 4) Datos de la potencia eléctrica de los tubos utilizados en cada luminaria
- 5) Valor de la carga instalada por iluminación en cada área en Kilo-Watts (kw) de potencia eléctrica. Este valor es producto de multiplicar la cantidad de tubos fluorescentes en cada área (columna cuatro) por la potencia eléctrica del tubo utilizado (Columna 5). Para encontrar la cantidad de tubos de cada área, se suman los tubos de los diferentes tipos de luminaria instaladas (Columna 4). En la imagen se detallan 8 luminarias de 2 tubos instaladas en Laboratorio de Biología, entonces la cantidad de tubos es 16; se multiplica este valor por la potencia eléctrica de los tubos definida en la columna 4 y se suman 10 watts más por cada luminaria instalada debido a los componentes electrónicos internos ($16 \cdot 32 \text{ watts} + 8 \cdot 10 \text{ watts}$), el resultado es 592 watts = 0.592 kwatts.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Laboratorio de Biología	Mesa 1.1	265	92	231	31									
	Mesa 1.2	248	58	260	30									
	Mesa 2.1	234	62	250	27									
	Mesa 2.2	286	45	278	23									
	Mesa 3.1	237	40	306	25			8				32	0.59	

Figura 3.47. Descripción de tablas de carga instalada por iluminación en los edificios.
Fuente: Propia

Descripción de tablas de consumo eléctrico por iluminación interna.

- 1) El apagador que controla las lámparas instaladas para iluminación interna en cada área. Pueden haber más de un apagador en cada área, en el Laboratorio de Biología hay tres (\$a, \$b y \$c). Estos pueden ubicarse en los planos del 1 al 22.
- 2) El área en referencia a las luminarias instaladas.
- 3) Cantidad de luminarias que están controladas en un mismo apagador (cada apagador controla un circuito eléctrico donde se instalaron en serie lámparas). Se ve en la imagen que el apagador \$b controla el circuito eléctrico con 4 luminarias de 2 tubos en Laboratorio de Biología.
- 4) Datos de la potencia eléctrica de los tubos utilizados en cada luminaria
- 5) Consumo de electricidad del circuito de cada apagador. Específica el tipo de consumo entre variable (Var) o fijo, las horas que se está energizando las lámparas (dato obtenido por el usuario del área sobre las horas que utilizan la iluminación de lámparas) y el consumo eléctrico en kwh. Los horarios de consumo se dividen en mañana de 5:00 am a 12:00 m, tarde de 12:00 m a 5:30 pm y noche de 5:30 pm a 9:00. Para obtener el consumo se calcula la carga eléctrica en kwatts para cada apagador como se hizo anteriormente para cada área y se multiplica por en número de horas que se utiliza en la mañana, en la tarde y en la noche, el resultado se obtiene en kilowatt-hora (kwh).
- 6) Esta columna contiene el consumo total para cada apagador (mañana + tarde + noche).

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Laboratorio 1 de Biología		2				32	Var	2.5	0.32	Var	2.5	0.32		-	-	0.64
\$b	Laboratorio 1 de Biología		4				32	Var	2.5	0.64	Var	2.5	0.64		-	-	1.28
\$c	Laboratorio 1 de Biología		2				32	Var	2.5	0.32	Var	2.5	0.32		-	-	0.64

Figura 3.48. Descripción de tabla de consumo por iluminación de áreas.
Fuente propia

Se presentan en seguida los datos de carga eléctrica y consumo eléctrico en los diferentes edificios de la universidad.

Descripción de planos de circuitos eléctricos de iluminación

La información importante en los planos de los edificios se explica con La siguiente imagen muestra segmentos de plano del edificio de Medicina.

- **Circuitos de luminarias:** En la imagen, un rectángulo con una letra dentro representa una luminaria. Todas las luminarias con una misma letra forma un circuito eléctrico de luminarias.
- **Apagadores de circuitos:** Los apagadores contralan las luminarias de un circuito eléctrico, se representan con el signo de dólar y una letra cerca de las paredes. Así, el apagador \$r controla el encendido y apagado de todas las luminarias con la letra r.
- **Zona:** Las zonas están representadas por los rectángulos guises dentro de aulas. Cuando un espacio se divide en zonas significa que se encontraron problemas en la distribución de los circuitos de luminarias que contribuyen al desperdiciar electricidad, lo anterior basados en criterios de eficiencia energética que se describen en la parte 3.2.2.1.1.3 “Análisis de datos del sistema de iluminación interna”. Lo importante es que las luminarias de una zona se controlen con un solo apagador como los muestra el plano propuesto (luminarias de una zona con la misma letra), cuando se encuentra luminarias con la misma letra en varias zonas existen problemas de distribución (Plano actual).
- **Puntos de estudio de iluminación:** Estos son puntos donde se midió la luz natural y artificial como parte de un estudio de iluminación en los espacios. Estos se representan con la letra P y un número correlativo en cada espacio.

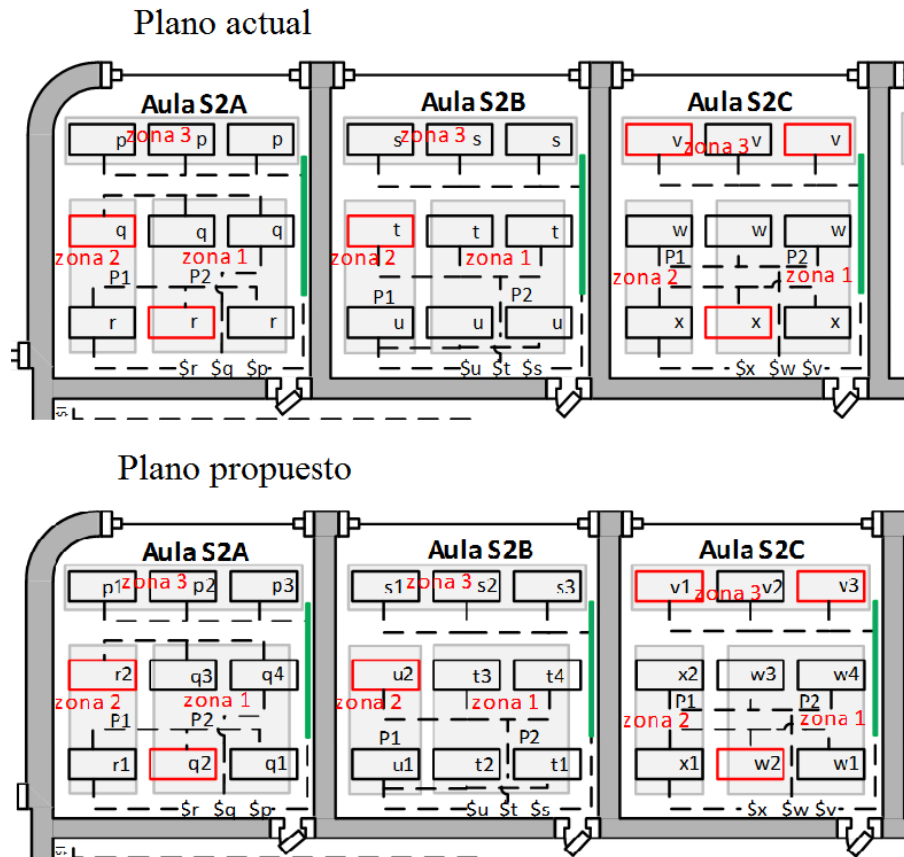


Figura 3.49. Descripción de planos de circuitos de iluminación en edificios.
Fuente: Propia

3.2.2.1.1.2.1. Consumo por iluminación en edificio Biología y Oficinas Administrativas

Es uno de los edificios más antiguos de la Facultad. Actualmente, se encuentran en este edificio los laboratorios prácticos de biología utilizados tanto por alumnos como por docentes, además, alberga el departamento de esta carrera. Y en el edificio de Oficinas Administrativas actualmente se encuentran unidades como Admón. Financiera, Estudio Socio-Económico, Admón. Académica, entre otras. Las áreas en las que se dividen estos edificios son los siguientes:

Edificio de Biología

Laboratorio 1 y 2 de Biología: Estos laboratorios son utilizados por alumnos y docentes de la carrera de biología para realizar prácticas de las materias e impartir clases.

Bodega de Biología: En este lugar donde se guardan herramientas, reactivos y objetos de estudio que son utilizados en las prácticas de los estudiantes.

Sala de docentes: Esta área se compone por los siguientes cubículos que para fines de estudio se han denominado de la siguiente manera: Cubículos del 1 al 8 y Pasillo 1.

Cubículo 9: Cubículo de docentes.

Jefatura del departamento de Biología: Oficina del jefe y secretaria de la carrera de Biología.

Aula1: Área donde se imparten clases a alumnos de la Facultad.

Edificio de Oficinas Administrativas

Atención estudiantil: En esta área se brinda información y/o asesoría académica-administrativa, esta unidad proporciona información concerniente a trámites académico-administrativos en la Facultad a quien lo solicite, además de ejecutarlos.

Administración académica: Es la unidad encargada de planificar, coordinar, organizar y controlar las funciones académico-administrativas en la Facultad, en aspectos relacionados con registros, ingresos, egresos y demás trámites estudiantiles.

Jefatura de Administración Académica: En esta área se encuentra el jefe de Administración Académica.

Unidad de Literatura y Letras: Aquí se encuentran los cubículos de docentes de la carrera Licenciatura en Literatura y Letras, el cual cuenta con los cubículos del 1 al 5, también se cuenta con los pasillos 2 y 3.

Unidad Estudio Socioeconómico: Brinda atención al sector estudiantil con limitados recursos económicos, excelencia académica, deportistas y prestación institucional a empleados e hijos de empleados de la UES.

Defensoría de los Derechos Universitarios: Su función primordial es asesorar y brindar defensa o protección de los derechos universitarios, contra actos u omisiones presentadas.

Baños: Baños de Oficinas Administrativas.

Oficina de Transporte: Esta área se encarga de brindar transporte a la comunidad universitaria con el fin de realizar actividades como: visitas técnicas, trabajos de campo, entre otras.

Unidad de Personal: Área en donde se registran los horarios de entradas y salidas del personal de seguridad, mantenimiento y de otras funciones.

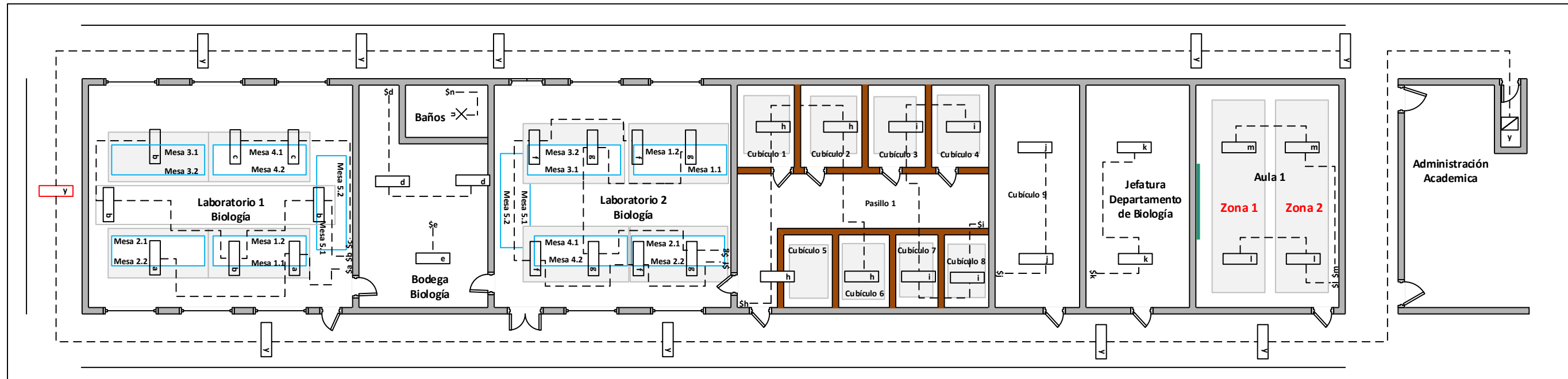
Colecturía: Área encarga de cobrar todo tipo de trámite administrativo realizado por estudiantes.

Bodega: En esta área se almacenan documentos de uso interno para la Facultad.

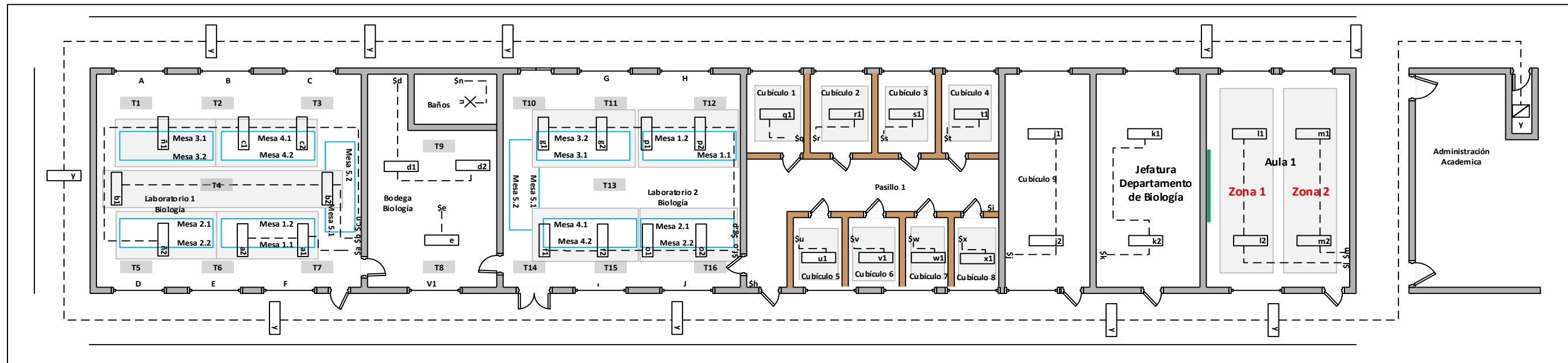
Administración Financiera: Área encargada de llevar la contabilidad de todos los trámites administrativos realizados por la Facultad.

A continuación se presenta una vista de planta no a escala de los edificios de Biología y de Oficinas administrativas en los planos 1A y 1B “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Biología” y “Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Biología”, y los planos 2A y 2B “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Oficinas Administrativas” y “Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio Oficinas Administrativas” donde se muestran los circuitos de las luminarias y sus disposiciones en las áreas que constituyen dichos edificios

Vista de planta del edificio de Biología

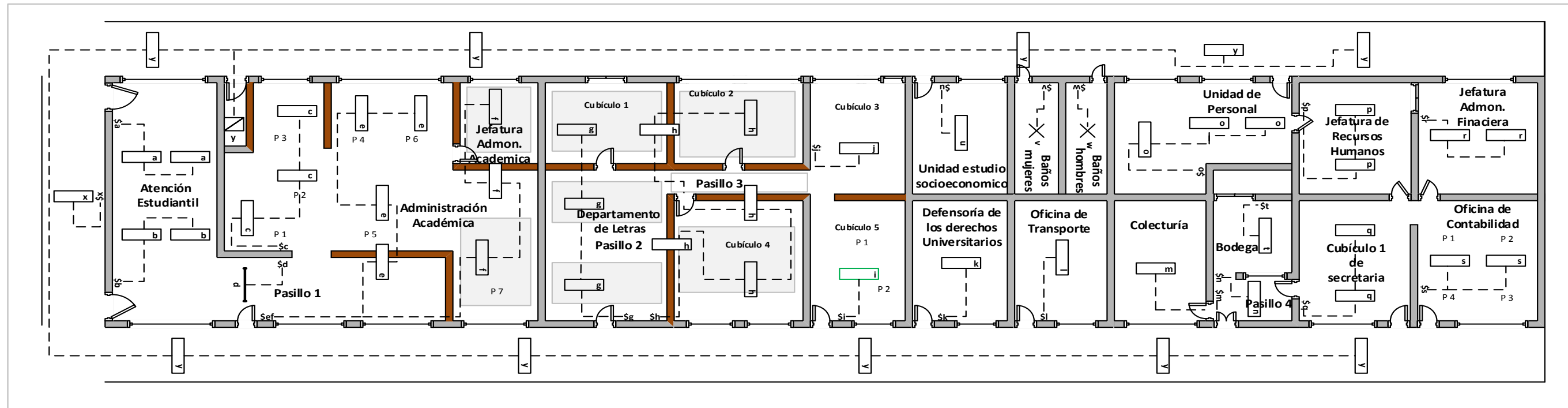


Plano 3.3. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Biología.
Fuete: Propia.

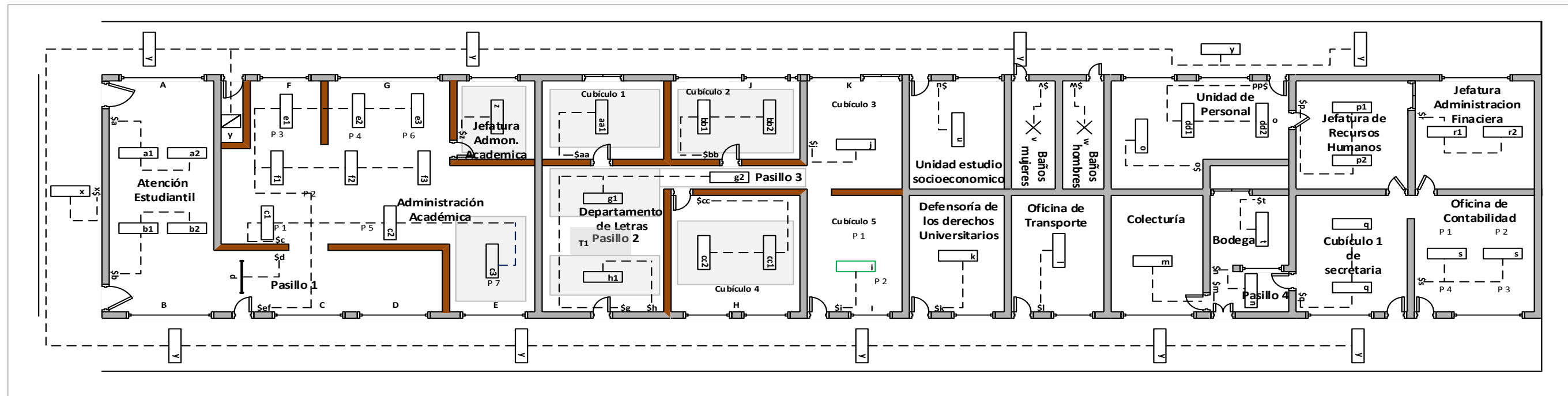


Plano 3.4. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Biología.
Fuete: Propia.

Vista de planta del edificio de Oficinas Administrativas



Plano 3.5. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Oficinas Administrativas.
Fuente: Propia.



Plano 3.6. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Oficinas Administrativas.
Fuente: Propia.

Carga instalada por luminarias en el edificio de Biología

El edificio de Biología tiene en concepto de carga instalada por iluminación lámparas fluorescentes que usa tubos del tipo 6500k FO32w, la cual posee una potencia de consumo de 32 watts. Se presenta la tabla que se resume la carga eléctrica por luminarias y cantidad de iluminación en LUX para cada área del edificio de Biología, éstas pueden ubicarse en el plano 1A que presenta la disposición y circuitos de las luminarias en este edificio.

Tabla 3.43. Carga instalada por iluminación en edificio de Biología.

Área	LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Laboratorio 1 Biología	Mesa 1.1	265	92	231	31							32	0.59
	Mesa 1.2	248	58	260	30								
	Mesa 2.1	234	62	250	27								
	Mesa 2.2	286	45	278	23								
	Mesa 3.1	237	40	306	25			8					
	Mesa 3.2	225	41	242	26								
	Mesa 4.1	240	36	260	24								
	Mesa 4.2	203	37	215	31								
	Mesa 5.1	220	31	221	26								
	Mesa 5.2	166	21	172	21								
Bodega Biología	103	18	96	13.2			3				32	0.22	
Baños	40	12	40	12						1	60	0.06	
Laboratorio 2 Biología	Mesa 1.1	194	40	203	50							32	0.59
	Mesa 1.2	215	31	231	45.1								
	Mesa 2.1	229	30	247	44.6								
	Mesa 2.2	224	32	235	35.3								
	Mesa 3.1	231	31	280	23			8					
	Mesa 3.2	250	33	236	34.1								
	Mesa 4.1	209	31	196	27.5								
	Mesa 4.2	201	49	204	22.9								
	Mesa 5.1	123	24	99.3	15.9								
	Mesa 5.2	60	17	51.5	14.5								
Pasillo 1	72	37	94	40									
Cubículo 1	291	88	280	73			1				32	0.07	
Cubículo 2	296	99	285	84			1				32	0.07	
Cubículo 3	390	189	379	174			1				32	0.07	
Cubículo 4	286	130	275	115			1				32	0.07	
Cubículo 5	162	56	151	41			1				32	0.07	
Cubículo 6	166	59	155	44			1				32	0.07	
Cubículo 7	166	62	155	47			1				32	0.07	
Cubículo 8	165	37	154	22			1				32	0.07	
Cubículo 9	225	36	214	21			2				32	0.15	
Jefatura	Punto 1	250	73	189	13.9			2				32	0.15
	Punto 2	249	94	166	16.3								

Continúa en el página anterior

Continuación de tabla anterior

Aula 1	286	130	275	115				4				32	0.3
Pasillo Externo 1		885		1215				4				32	0.3
Pasillo Externo 2		866		897				1				32	0.07
Pasillo Externo 3		859		997				5				32	0.37
												Total	3.39

Fuente: Propia

Carga Instalada por iluminación en el edificio de Oficinas Administrativas

Tabla 3.44. Carga instalada por iluminación en Oficinas Administrativas.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Atención Estudiantil	Punto 1	210	30	237	71				1				32	0.06
	Punto 2	327	27	341	60									
	Punto 3	328	31	340	59				1				32	0.06
	Punto 4	313	35	352	79									
	Punto 5	276	35	297	58				1				32	0.06
Pasillo 1		281	165	200	107			1	1				32	0.1
Oficina de Administración Académica	Punto 1	261	32	240	20				1				32	0.06
	Punto 2	283	53	287	25				1				32	0.06
	Punto 3	266	91	306	49				1				32	0.06
	Punto 4	351	193	350	65				1				32	0.06
	Punto 5	256	57	241	39				2				32	0.13
	Punto 6	223	73	262	31				1				32	0.06
	Punto 7	195	122	170	44				2				32	0.13
Jefatura de Administración Académica		214	64	214	24				1				32	0.06
Pasillo 2		238	42	203	30				2				32	0.13
Pasillo 3		252	83	218	33				1				32	0.06
Cubículo 1		360	175	160	34				3				32	0.19
Cubículo 2		261	85	228	35				1				32	0.06
Cubículo 3		204	41	174	39				1				32	0.06
Cubículo 4		272	98	227	57				2				32	0.13
Cubículo 5	Punto 1	120	69	97	43									
	Punto 2	125	66	104	55				1				32	0.06
Jefatura Administración Financiera		215	40	196	27				1				32	0.06
Oficina de Contabilidad	Punto 1	300	62	242	32				1				32	0.06
	Punto 2	197	45	186	25				1				32	0.06
	Punto 3	192	61	265	50									
	Punto 4	211	54	204	40									
Cubículo 1 de secretaria		207	18	192	20				2				32	0.13
Pasillo 4		198	16.1	186	17				1				32	0.06
Bodega		40	15	40	15				1				32	0.06
Jefatura de Recursos Humanos		280	34	265	34				2				32	0.13
Unidad de Personal	Punto 1	273	57	266	32				1				32	0.06
	Punto 2	310	41	302	45				1				32	0.06

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Defensoría de derechos	355	175	172	41				1				32	0.06
Unidad de Estudios	204	41	174	39				1				32	0.06
Unidad de transporte	329	167	194	42				1				32	0.06
Colecturía	329	167	164	36				1				32	0.06
Pasillo Externo 1		885		1215				5				32	0.32
Pasillo Externo 2		866		897				1				32	0.06
Pasillo Externo 3		859		997				5				32	0.32
												Total	3.3

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por luminarias en Edificio de Biología

Tabla 3.45. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio de Biología.

Apagador	Área	Numero de luminarias				Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día	
		Lámparas					Focos	Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora		kwh
\$a	Laboratorio 1 de Biología		2			32	Var	2.5	0.32	Var	2.5	0.32		-	-	0.64	
\$b	Laboratorio 1 de Biología		4			32	Var	2.5	0.64	Var	2.5	0.64		-	-	1.28	
\$c	Laboratorio 1 de Biología		2			32	Var	2.5	0.32	Var	2.5	0.32		-	-	0.64	
\$d	Bodega de Biología		2			32	Fijo	4	0.51	Fijo	4	0.51		-	-	1.02	
\$e	Bodega de Biología		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	4	0.26		-	-	0.51	
\$f	Laboratorio 2 de Biología		4			32	Var	3	0.77	Var	3	0.77		-	-	1.54	
\$g	Laboratorio 2 de Biología		4			32	Var	3	0.77	Var	3	0.77		-	-	1.54	
\$h	Cubículo 1		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
	Cubículo 2		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
	Cubículo 5		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
	Cubículo 6		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
\$i	Cubículo 3		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
	Cubículo 4		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
	Cubículo 7		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
	Cubículo 8		1			32	Fijo	4	0.26	Fijo	3	0.19		-	-	0.45	
\$j	Pasillo 1						Fijo			Fijo				-	-		
\$k	Cubículo 9		2			32	Fijo	4	0.51	Fijo	6.5	0.83		-	-	1.34	
\$l	Jefatura Departamento de Biología		2			32	Fijo	4	0.51	Fijo	4.5	0.58		-	-	1.09	
\$m	Aula 1		2			32	Var		0	Var	5	0.64		-	-	0.64	
\$n	Aula 1		2			32	Var		0	Var	5	0.64		-	-	0.64	
\$o	Baño				1	60	Var	1	0.06	Var	1	0.06		-	-	0.12	
\$p	Pasillo Externo 1		4			32		-	-		-	0	Fijo	3	0.77	0.77	
	Pasillo Externo 2		1			32		-	-		-	0	Fijo	3	0.19	0.19	
	Pasillo Externo 3		5			32		-	-		-	0	Fijo	3	0.96	0.96	
												Total	16.50				

Fuente: Propia.

Consumo de energía por iluminación en el edificio de Oficinas Administrativas

Tabla 3.46. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Oficinas Administrativas.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Atención Estudiantil		2				32	Fijo	4	0.5	Fijo	4	0.5			-	1.02
\$b	Atención Estudiantil		2				32	Fijo	4	0.5	Fijo	4	0.5			-	1.02
\$c	Administración Académica		1				32	Fijo	4	0.3	Fijo	4	0.3			-	0.51
\$d	Pasillo 1	1					32	Fijo	4	0.1	Fijo	4	0.1			-	0.26
\$e	Pasillo 1		1				32	Fijo	4	0.3	Fijo	4	0.3			-	0.51
	Administración Académica		3				32	Fijo	4	0.8	Fijo	4	0.8			-	1.54
\$f	Administración Académica		2				32	Fijo	4	0.5	Fijo	4	0.5			-	1.02
	Jefatura Académica de		1				32	Fijo	4	0.3	Fijo	4	0.3			-	0.51
\$g	Pasillo 2		2				32			0	Fijo	3	0.4			-	0.38
	Cubículo 1		1				32	Fijo	3.5	0.2	Fijo	4	0.3			-	0.48
\$h	Cubículo 1		1				32	Fijo	3.5	0.2	Fijo	4	0.3			-	0.48
	Cubículo 2		1				32	Fijo	3.5	0.2	Fijo	4	0.3			-	0.48
	Pasillo 3		1				32	Fijo	3.5	0.2	Fijo	4	0.3			-	0.48
	Cubículo 4		2				32	Fijo	3.5	0.5	Fijo	4	0.5			-	0.96
\$i	Cubículo 5		1				32	Fijo	3.5	0.2	Fijo	4	0.3			-	0.48
\$k	Defensoría de derechos universitarios		1				32			-	Fijo	4	0.3			-	0.26
\$l	Oficina de transporte		1				32			-	Fijo	4	0.3			-	0.26
\$m	Colecturía		1				32	Fijo	4	0.3	Fijo	4	0.3			-	0.51
\$n	Pasillo 4		1				32	Fijo	2.5	0.2	Fijo	4	0.3			-	0.42
\$o	Unidad de Personal		3				32	Fijo	3.5	0.7	Fijo	4	0.8			-	1.44
\$p	Jefatura de Recursos Humanos		2				32	Fijo	3.5	0.5	Fijo	4	0.5			-	0.96
\$q	Cubículo 1 de secretaria		2				32	Fijo	4	0.5	Fijo	4	0.5			-	1.02
\$r	Jefatura de Administración Financiera		2				32	Fijo	4	0.5	Fijo	4	0.5			-	1.02
\$s	Oficina de contabilidad		2				32		4	0.5	Fijo	4	0.5			-	1.02
\$t	Bodega		1				32			-			-			-	-
\$u	Unidad de estudio socioeconómico		1				32			-	Fijo	4	0.3			-	0.26
\$v	Baño mujeres					1				-			-			-	-
\$w	Baño hombres					1				-			-			-	-
\$x	Pasillo externo 2		1				32			-			-	Fijo	3	0.2	0.19
\$y	Pasillo externo 1		5				32			-			-	Fijo	3	1	0.96
	Pasillo externo 2						32			-			-	Fijo	3	-	-
	Pasillo externo 3		5				32			-			-	Fijo	3	1	0.96
													Total		19.42		

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.2. Consumo por iluminación en el edificio de Economía

Este edificio se divide en tres niveles, se presentan datos de carga eléctrica y consumo de energía en iluminación para cada nivel. Antes se describe los espacios de cada uno.

Primer Nivel de Edificio de Economía

El primer nivel del edificio de Economía es donde funciona el departamento de Física, el cual consiste en las siguientes áreas:

Departamento de Física: Es el lugar donde se encuentran la oficina y los cubículos de docentes, a los cuales por fines del estudio se les ha denominado de la siguiente manera: Pasillo 1 del departamento y Cubículo 1 a 3 de docentes.

Cubículos: Esta área es compartida por docentes del departamento de Física y del departamento de Psicología, consiste en las siguientes áreas: Cubículo 4 docente del departamento de Psicología y Cubículo 5 docente del departamento de Física.

Laboratorio de informática del Departamento de Física: En este lugar se realizan las prácticas de laboratorio cuando se necesita equipo informático.

Laboratorio 1 de Física: Área utilizada para realizar resolución de ejercicios de física, laboratorios prácticos e impartir clases.

Segundo Nivel de Edificio de Economía

Bodega y oficina del laboratorio de Química: El área de bodega de instrumentos es donde guardan todo el equipo que es utilizado por los alumnos en las prácticas de laboratorios del departamento de Química.

Laboratorio 1 y 2 del Departamento de Química: Estos laboratorios son utilizados por alumnos y docentes del departamento de Química e Ingeniería para realizar prácticas de las materias que lo requieren.

Pasillos: Se ha denominado pasillo al conector entre el laboratorio 1 y laboratorio 2 de Química, el cual además de ser un acceso a estas áreas presenta espacios de uso; a estos se ha denominado de la siguiente forma: Sala de reuniones, Pasillo y Áreas de prácticas.

Laboratorio de investigación del departamento de Química: Este laboratorio presenta la característica para realizar prácticas de la carrera de Química, además de guardar equipo especializado que requiere estar bajo condiciones controladas de baja temperatura.

Departamento de Química: Es donde se encuentran los cubículos de los docentes del departamento de Química responsables de impartir sus conocimientos al alumnado de esta carrera, este lugar se divide en las siguientes áreas: Cubículo 1 de secretaria del departamento, Cubículos de docentes del 6 al 10 y Pasillo 1 del departamento.

Departamento de Ciencias Económicas: Este sector es donde opera el departamento de Economía, albergando las oficinas del mismo que se distribuye de la siguiente manera: Cubículo 2 de secretaria del departamento, Cubículos de docentes del 11 al 20 y Pasillo 2 del departamento.

Tercer Nivel de Edificio de Economía

Aulas E0 hasta aula E3: Estas son salones en los que se imparten clases al sector estudiantil de diferentes carreras.

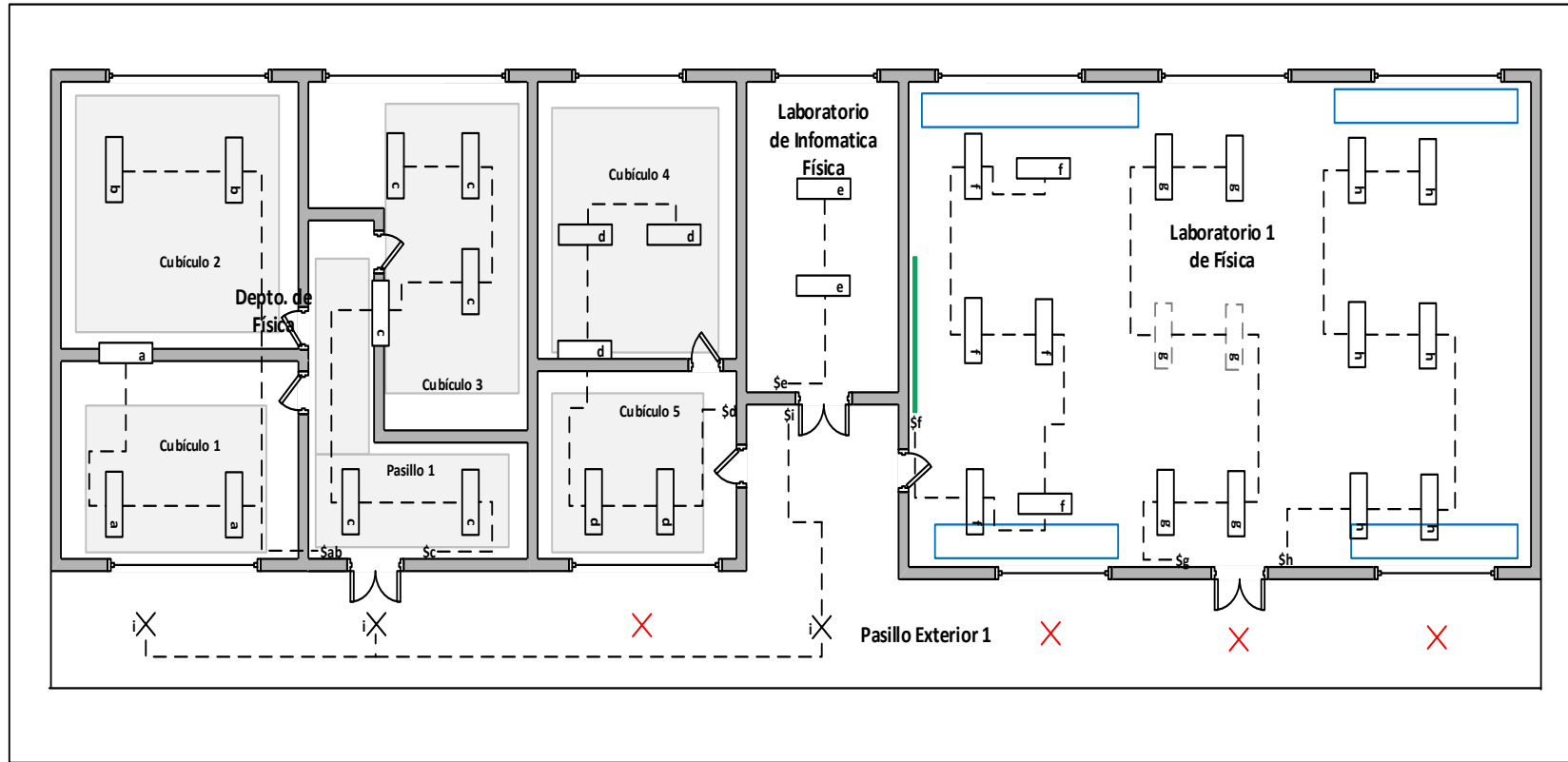
Biblioteca del departamento de Economía: Área destinada a biblioteca y zona de lectura del departamento de Ciencias Económicas.

Cubículo 21: Cubículo de docente del departamento de Ciencias Económicas.

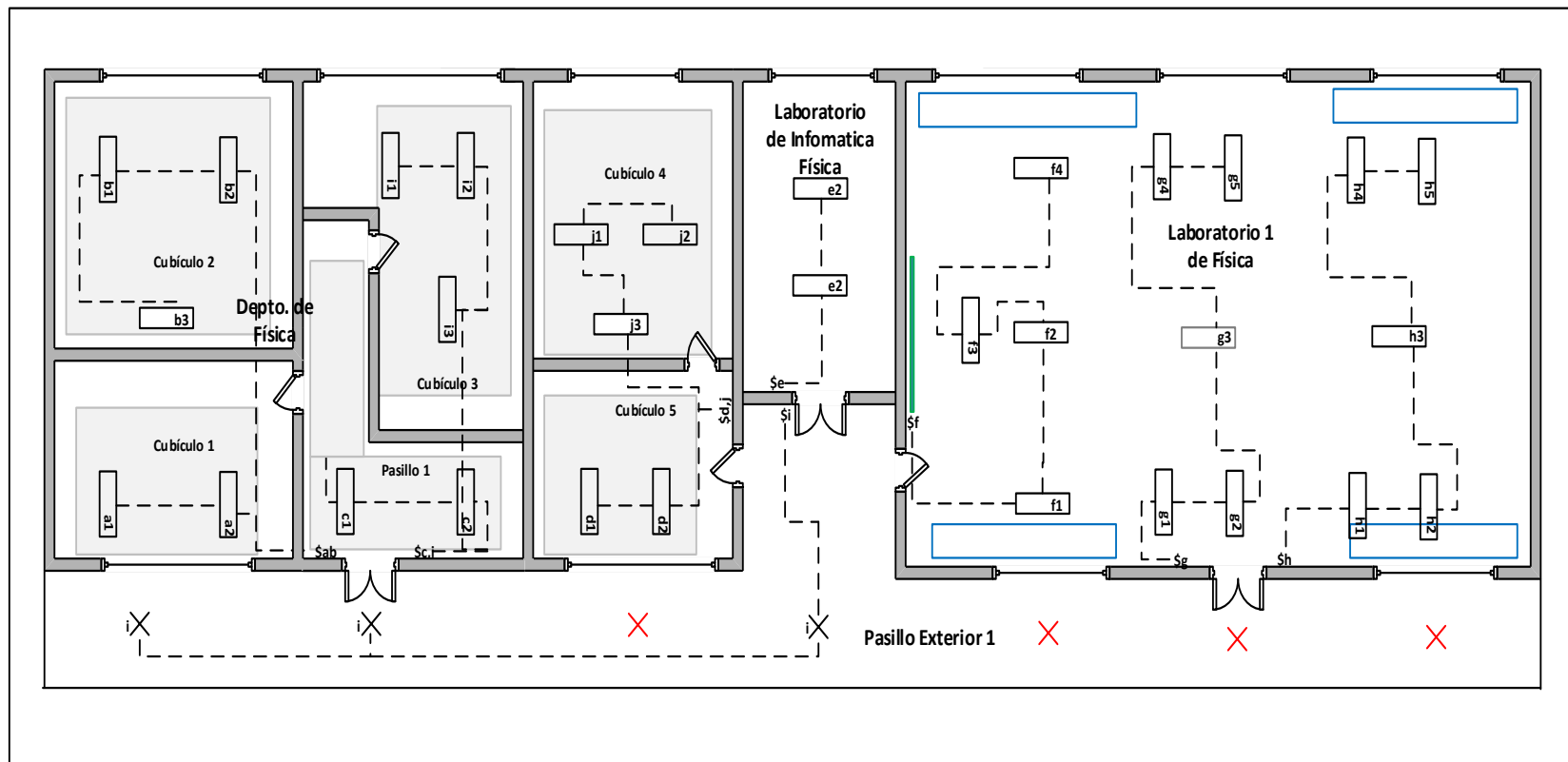
Salón de docentes de departamento de Economía: Área destinada a cubículos de docentes del departamento de Ciencias Económicas.

Los salones, departamentos, laboratorios, pasillos, cubículos y demás mencionados, pueden ubicarse en los siguientes planos que presentan en una vista de planta de los circuitos de las luminarias y las disposiciones de estas en los espacios que constituyen dicho edificio.

Vista de planta del primer nivel del edificio de Economía

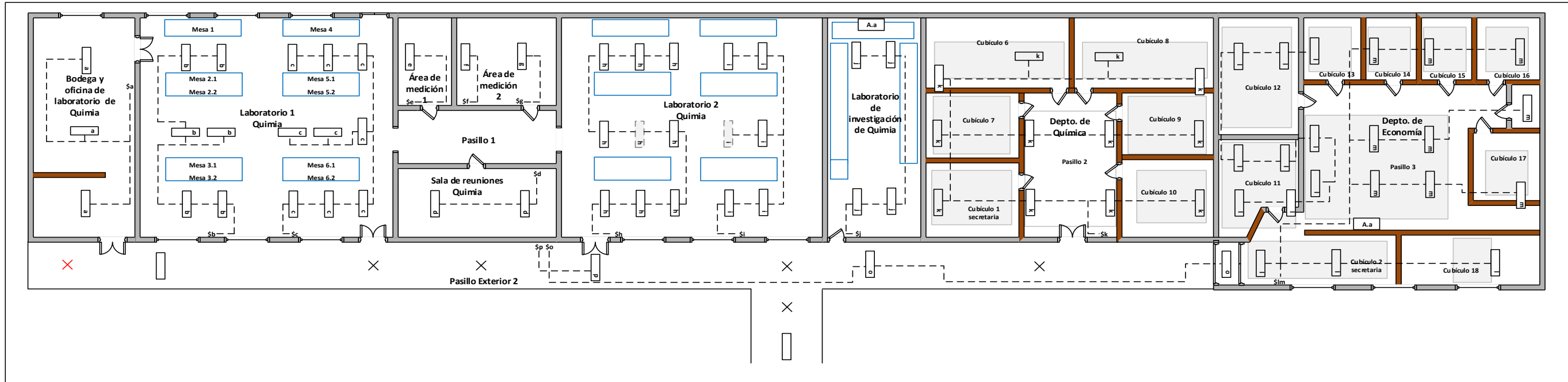


Plano 3.7. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Economía. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

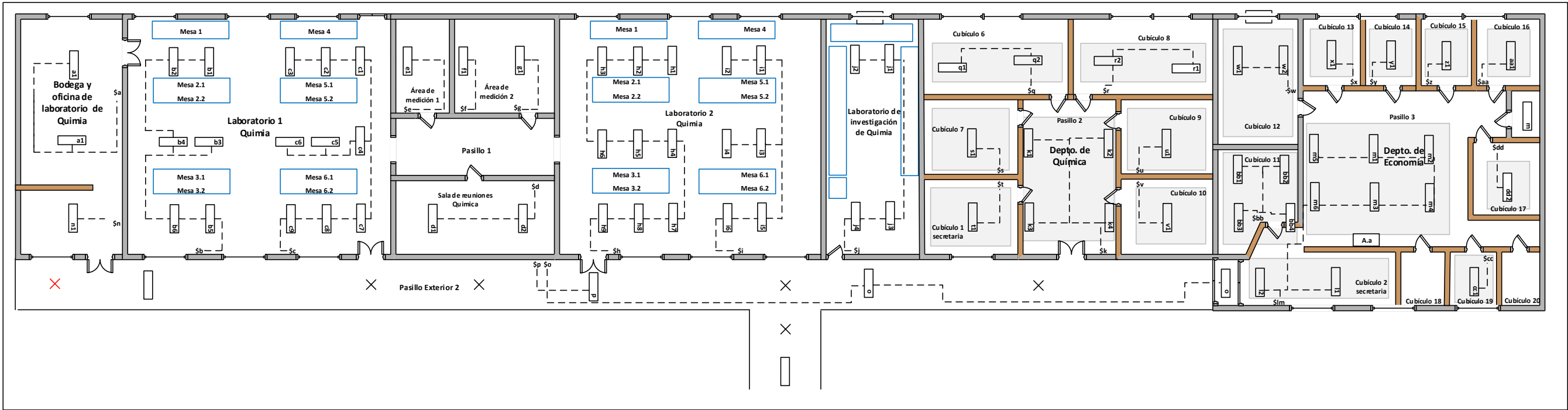


Plano 3.8. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Economía. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del segundo nivel del edificio de Economía

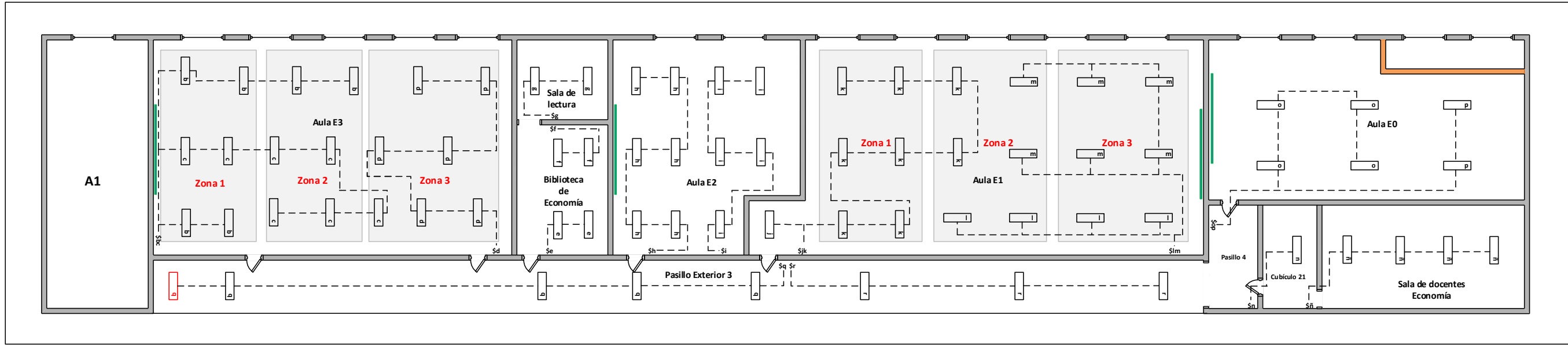


Plano 3.9. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Economía. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.

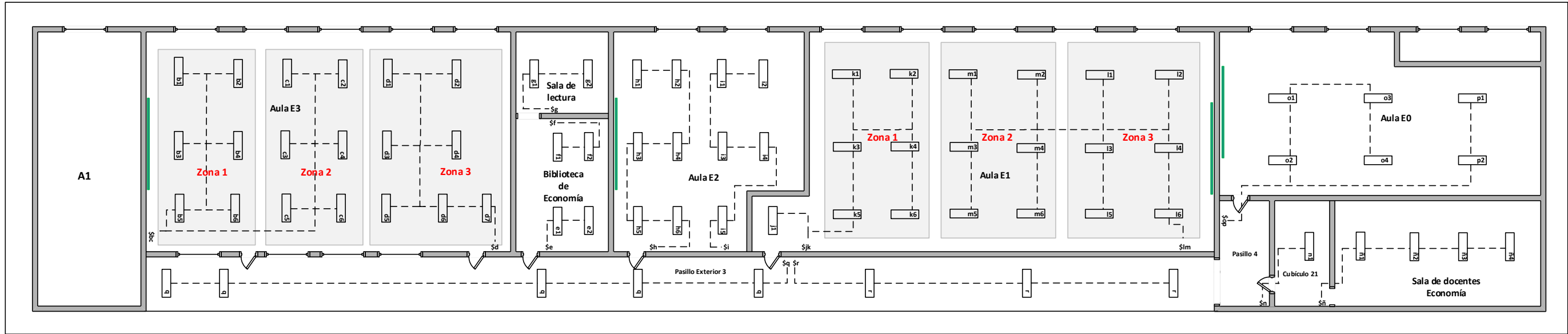


Plano 3.10. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Economía. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del tercer nivel del edificio de Economía



Plano 3.11. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Economía. 3er nivel.
Fuente: Propia.



Plano 3.12. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Economía. 3er nivel.
Fuente: Propia.

Carga instalada por iluminación en el edificio de Economía

El edificio de Economía tiene en concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas fluorescentes que usan tubos del tipo 6500k FO32w con una potencia de consumo de 32 watts, además de tubos de 40 watts del tipo F40 T12/D y focos incandescentes de 60 watts. Se presenta en las tablas el resumen de la carga por luminarias para cada área que compone el edificio de Economía, puede corroborarse en los planos 3.2 a 3.4 que representa la disposición y circuitos de las luminarias de este. Ya que el Edificio es de tres niveles, tiene tablas para cada una de estos niveles.

Tabla 3.47. Carga instalada por iluminación en edificio de Economía, 1^{er} nivel.

Área	LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Cubículo 1	290	5	276	3				2				32	0.15
Pasillo 1	300	30	263	25				2				32	0.15
Cubículo 2	302	23	305	12				3				32	0.22
Cubículo 3	300	12	276	3				4				32	0.3
Cubículo 4	302	23	305	12				3				32	0.22
Cubículo 5	300	26	303	15				2				32	0.15
Laboratorio de informática de Física	265	12	261	10				2				32	0.15
Laboratorio 1 de Física A1	245	22	285	42				6				40	0.44
Laboratorio 1 de Física A2	165	21	166	31				4				40	0.3
Laboratorio 1 de Física A3	198	28	249	35				6				40	0.44
Pasillo Externo 1		798		1057							2	60	0.12
												Total	2.64

Fuente: Propia.

Tabla 3.48. Carga instalada por iluminación en edificio de Economía. 2^{do} nivel.

Área	LUX						Numero de luminarias					potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Bodega y oficina de laboratorio de Química A1	414	25	425	66							1	32	0.14
Bodega y oficina de laboratorio de Química A2	225	10	310	94							1	32	0.14
Bodega y oficina de laboratorio de Química A3	343	12	280	21							1	32	0.14

Continúa en página siguiente

Continuación de tabla anterior

Laboratorio de Química 1	Mesa 1	287	183	320	157														
	Mesa 2.1	277	116	296	125														
	Mesa 2.2	259	62	295	67														
	Mesa 3.1	296	70	280	63														
	Mesa 3.2	463	221	372	166														
	Mesa 4	261	103	272	119														
	Mesa 5.1	307	91	294	79														
	Mesa 5.2	238	53	220	52														
	Mesa 6.1	255	45	275	51														
Mesa 6.2	248	106	247	113															
Área de medición 1		115	9	159	15.9														
Área de medición 2		166	38	108	6.6														
Pasillo 1																			
Sala de Reuniones		143	26	128	21.8														
Laboratorio de Química 2	Mesa 1	300	105	355	80														
	Mesa 2.1	234	41	233	45														
	Mesa 2.2	234	54	226	31														
	Mesa 3.1	266	66	255	41														
	Mesa 3.2	303	79	282	41														
	Mesa 4	287	85	342	117														
	Mesa 5.1	291	69	350	105														
	Mesa 5.2	234	51	314	71														
	Mesa 6.1	339	72	367	66														
Mesa 6.2	423	67	416	77															
Laboratorio de investigación Química		175	16	275	18														
Cubículo 1 secretaria		258	21	203	30														
Cubículo 6		678	544	482	423														
Cubículo 7		240	19	191	30														
Pasillo 2		266	23	231	23														
Cubículo 8		235	82	267	127														
Cubículo 9		238	18	188	30														
Cubículo 10		200	21	168	7														
Cubículo 11		175	1.3	203	2														
Cubículo 12		125	5.9	197	14														
Cubículo 13		182	78	201	117														
Cubículo 14		161	92	197	77														
Cubículo 15		158	93	194	73														
Cubículo 16		163	86	183	75														
Cubículo 17		130	7	205	15														
Pasillo 3		261	4.7	267	6														
Cubículo 18		258	21	203	30														
Cubículo 19		249	19	191	24														
Cubículo 20		261	24	202	28														
Cubículo 2 secretaria		200	28	165	23														
Pasillo Externo 2			825		1215														
																Total	6.16		

Fuente: Propia.

Tabla 3.49. Carga instalada por iluminación en edificio de Economía. 3^{er} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula E3	Punto 1	683	489	560	315	425						32	1.41	
	Punto 2	871	510	695	425	357		19						
	Punto 3	954	686	875	568	311								
Sala de lectura		370	153	321	69	329		2				32	0.15	
Biblioteca de Economía		544	475	457	391	429		4				32	0.3	
Aula E2		537	296	591	266	292		11				32	0.81	
Aula E1	Punto 1	613	347	510	287	229						32	1.37	
	Punto 2	923	631	649	443	252	1	18						
	Punto 3	981	722	625	396	244								
Aula E0	Punto 1	427	356	327	247	283						32	0.44	
	Punto 2	403	291	303	198	247		6						
	Punto 3	303	196	209	163	196								
Pasillo 1			885		1215								0	
Cubículo 21		209	17	184	26	40		1				32	0.07	
Sala de Docentes		723	525	683	462	40		4				32	0.3	
Pasillo Externo 3			825		1215			8				32	0.59	
											Total	5.44		

Fuente: Propia

Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificios de Economía

Tabla 3.50. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Economía, 1^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Cubículo 1		2				32	Fijo	2	0.26	Fijo	3	0.38			-	0.64
	Cubículo 2		1				32	Fijo	2	0.13	Fijo	3	0.19			-	0.32
\$b	Cubículo 2		2				32	Fijo	2	0.26	Fijo	3	0.38			-	0.64
\$c	Pasillo 1		2				32	Fijo	2	0.26	Fijo	3	0.38			-	0.64
	Cubículo 3		4				32	Fijo	2	0.51	Fijo	3	0.77			-	1.28
\$d	Cubículo 4		2				32	Fijo	2	0.26	Fijo	3	0.38			-	0.64
	Cubículo 5		3				32	Fijo	2	0.38	Fijo	3	0.58			-	0.96
\$e	Laboratorio Informática Física		2				32			-		-			-	-	
\$f	Laboratorio 1 de Física		6				32			-	Var	3	1.15			-	1.15
\$g	Laboratorio 1 de Física		4				32			-	Var	3	0.77			-	0.77
\$h	Laboratorio 1 de Física		6				32			-	Var	3	1.15			-	1.15
\$i	Pasillos Exterior 1					2	60			0		0			0	0	
											Total	8.19					

Fuente: Propia

Tabla 3.51. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Economía, 2^{do} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Bodega y oficina de laboratorio de Química				3				0	Var	3	1.15			0	1.15	
\$b	Laboratorio 1 Química		6				32		0	Var	3.5	1.34			0	1.34	
\$c	Laboratorio 1 Química		9				32		0	Var	3.5	2.02			0	2.02	
\$d	Sala de reuniones Química		2				32		0	Var	3.5	0.45			0	0.45	
	Pasillo 1								0			0			0	0	
\$e	Área de medición 1		1				32		0			0			0	0	
\$f	Área de medición 2	1	1				32		0			0			0	0	
\$h	Laboratorio 2 Química		8				32		0	Var	3.5	1.79			0	1.79	
\$i	Laboratorio 2 Química		5				32		0	Var	3.5	1.12			0	1.12	
\$j	Laboratorio de investigación Química		4				32		0	Fijo	3.5	0.9			0	0.9	
\$k	Cubículo 1 secretaria		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 6		2				32	Fijo	3	0.38	Fijo	3	0.38			0	0.77
	Cubículo 7		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 8		2				32	Fijo	3	0.38	Fijo	3	0.38			0	0.77
	Cubículo 9		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 10		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Pasillo 2		4				32	Fijo	3	0.77	Fijo	3	0.77			0	1.54
\$l	Cubículo 2 secretaria		2				32	Fijo	3	0.38	Fijo	3	0.38			0	0.77
	Cubículo 11		4				32	Fijo	3	0.77	Fijo	3	0.77			0	1.54
	Cubículo 12		2				32	Fijo	3	0.38	Fijo	3	0.38			0	0.77
	Cubículo 13		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 18		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Pasillo 3		2				32	Fijo	3	0.38	Fijo	3	0.38			0	0.77
\$m	Pasillo 3		4				32	Fijo	3	0.77	Fijo	3	0.77			0	1.54
	Cubículo 14		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 15		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 16		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
	Cubículo 17		1				32	Fijo	3	0.19	Fijo	3	0.19			0	0.38
\$o	Pasillos Exterior 2		2				32		0			0	Fijo	3	0.38	0.38	
\$p	Pasillos Exterior 2		2				32		0			0	Fijo	3	0.38	0.38	
Total														21.82			

Fuente: Propia.

Tabla 3.52. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Economía, 3^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$b	Aula E3		6				32	Var	1	0.38	Var	2.5	0.96	Var	2.5	0.96	2.3
\$c	Aula E3		7				32	Var	1	0.45	Var	2.5	1.12	Var	2.5	1.12	2.69
\$d	Aula E3		6				32			0	Var	2.5	0.96	Var	2.5	0.96	1.92
\$e	Biblioteca de Economía		2				32			0	Var	2.5	0.32		0	0	0.32
\$f	Biblioteca de Economía		2				32			0	Var	2.5	0.32		0	0	0.32
\$g	Sala de lectura		2				32			0			0			0	0
\$h	Aula E2		6				32	Var	1	0.38	Var	2.5	0.96	Var	2.5	0.96	2.3
\$i	Aula E2		5				32	Var	1	0.32	Var	2.5	0.8	Var	2.5	0.8	1.92
\$j	Aula E1	1					32	Var	1	0.03	Var	2.5	0.08	Var	2.5	0.08	0.19
\$k	Aula E1		8				32	Var	1	0.51	Var	2.5	1.28	Var	2.5	1.28	3.07
\$l	Aula E1		4				32			0	Var	2.5	0.64	Var	2.5	0.64	1.28
\$m	Aula E1		6				32			0	Var	2.5	0.96	Var	2.5	0.96	1.92
\$o	Aula E0		4				32			0	Var	2.5	0.64			0	0.64
\$p	Aula E0		2				32			0	Var	2.5	0.32			0	0.32
	Pasillo 4						32			0			0			0	0
\$n	Cubículo 19		1				32			0	Fijo	2.5	0.16			0	0.16
\$ñ	Sala de docentes		4				32			0	Fijo	2.5	0.64			0	0.64
\$o	Pasillos Exterior 3		8				32			0			0	Fijo	3	1.54	1.54
															Total	21.54	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.3. Consumo por iluminación en Clínica de Odontología, Aula 2 y 3.

La clínica está constituida por las siguientes áreas:

Área de trabajos dentales: Esta área es utilizada para realizar todos los procedimientos dentales a los pacientes, esta área cuenta con equipo de sillones y maquinarias para dichos fines.

Sala de espera de clínica: Es el sitio de acceso a la clínica, teniendo también la función de sala espera para los pacientes que se realizan procedimientos dentales hasta el momento que llega su turno de ser atendidos.

Rayos X: En esta área se realizan los rayos X a los pacientes, encontrándose la máquina para realizar dicho procedimiento.

Baños: Baño de la clínica dental.

Cubículo: La clínica cuenta con un cubículo donde el personal que realiza sus prácticas lleva el papeleo correspondiente a lo que se realiza.

Oficina: Lugar donde se realizan las solicitudes de citas y procesos administrativos de esta.

Área de esterilización: En esta área se encuentra la maquinaria con la que se realizan las esterilizaciones del equipo utilizado para brindar los servicios odontológicos.

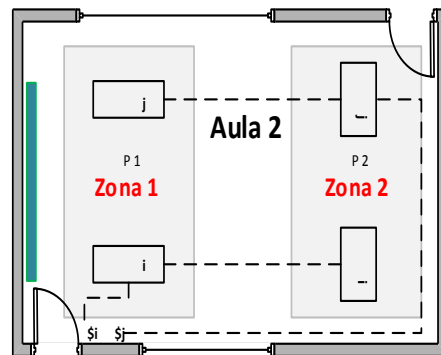
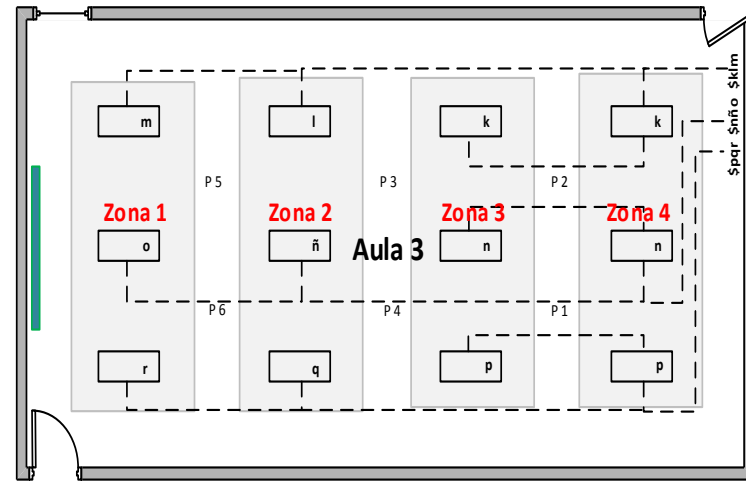
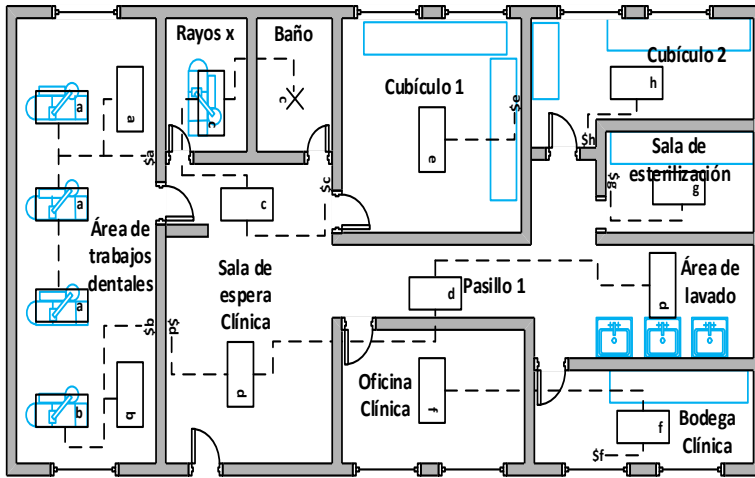
Área de lavados: El sitio donde se realiza el lavado de manos antes y después de cada procedimiento de odontología.

Bodega: La bodega de la clínica.

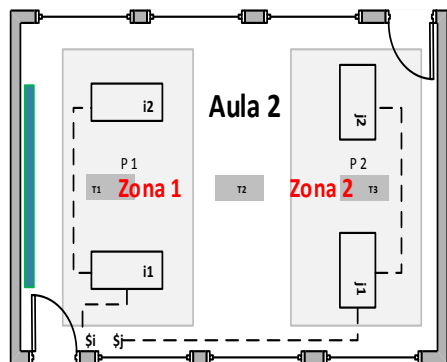
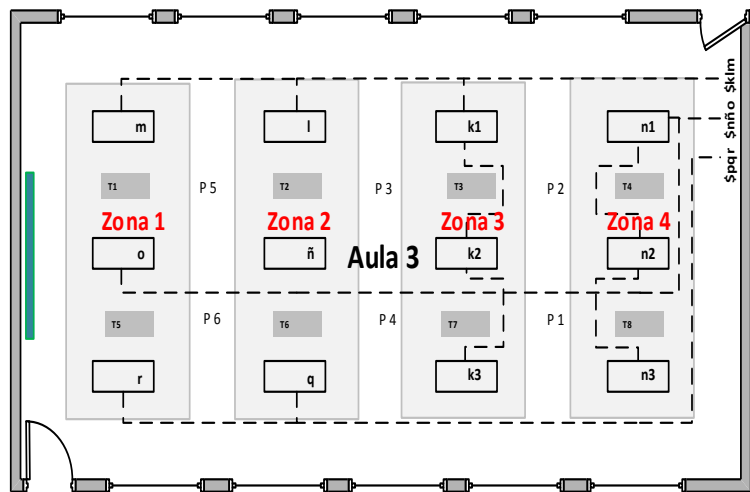
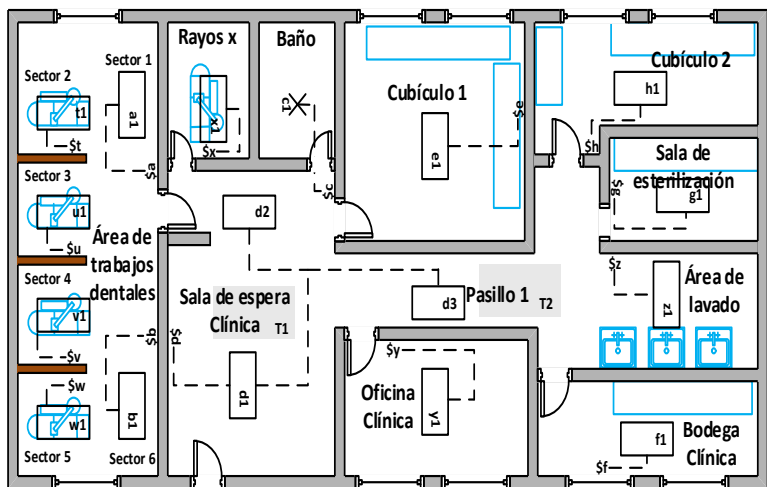
Aula 2 y 3: Aulas donde se imparten clases a los alumnos de diferentes carreras.

Los salones, departamentos, laboratorios, pasillos, cubículos y demás mencionados, pueden ubicarse en los siguientes planos que presentan en una vista de planta de los circuitos de las luminarias, las disposiciones de estos en los espacios y zonas que constituyen dicho edificio.

Vista de planta del edificio de Clínica Extramural Santa Ana, Aulas 2 y 3



Plano 3.13. Circuito eléctrico actual en luminarias de Clínica Extramural Santa Ana, Aula 2 y Aula 3.
Fuente: Propia.



Plano 3.14. Circuito eléctrico propuesto en luminarias de Clínica Extramural Santa Ana, Aula 2 y Aula 3.
Fuente: Propia.

Carga Instalada por luminarias en Clínica de Odontología, Aula 2 y 3.

El edificio de Clínica de Odontología tiene en concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas fluorescentes que usan tubos de 40 watts del tipo F40 T12/D y focos incandescentes de 60 watts. Se presenta en las tablas el resumen de la carga por luminarias y cantidad de iluminación en LUX para cada área de la Clínica de Odontología, esto se puede corroborar en el plano 6A que presenta la disposición y circuitos de luminarias.

Tabla 3.53. Carga instalada por iluminación en Clínica Extramural Santa Ana.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Área de trabajos dentales	Punto 1	610	430	561	381								40	0.96
	Punto 2	1148	570	1099	521									
	Punto 3	1067	457	1018	408						6			
	Punto 4	856	370	807	321									
	Punto 5	597	240	548	191									
	Punto 6	603	250	554	201									
Sala de espera Clínica		94	83	45	34						3		40	0.48
Rayos X		235	33	186	26						1		40	0.16
Baños		103	72	54	23							1	60	0.06
Cubículo 1		305	75	256	26						1		40	0.16
Pasillo		305	14	256	15						1		40	0.16
Oficina Clínica		138	53	89	4						1		40	0.16
Cubículo 2		1350	1520	1301	1471						1		40	0.16
Sala de esterilización		403	215	354	166						1		40	0.16
Área de lavado		296	92	247	43						1		40	0.16
Bodega de Clínica		146	88	97	39						1		40	0.16
												Total	2.78	

Fuente: Propia.

Tabla 3.54. Carga instalada por iluminación en Aulas 2 y 3.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula 2	Punto 1	285	120	273	112	198							32	0.336
	Punto 2	220	60	208	52	134		2	2					
Aula 3	Punto 1	300	76	288	68	160							32	1.152
	Punto 2	407	255	395	247	27								
	Punto 3	377	188	365	180	200			12					
	Punto 4	350	235	338	227	172								
	Punto 5	940	922	928	914	219								
	Punto 6	200	83	188	75	207								
												Total	1.49	

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por luminarias en Clínica de Odontología, Aula 2 y 3.

Se presenta el resumen de consumo en iluminación en Clínica Extramural y aulas 2 y 3.

Tabla 3.55. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Clínica Extramural Santa Ana.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	de Área Trabajos dentales				4		40	Var	2	1.28	Var	2	1.28	Fijo		0	2.56
\$b	de Área Trabajos dentales				2		40	Var	2	0.64	Var	2	0.64	Fijo		0	1.28
\$c	Sala de espera Clínica				2		40	Var		0	Var		0	Fijo		0	0
	Rayos X				1		40	Var		0	Var		0	Fijo		0	0
	Baños					1	60	Var		0	Var		0	Fijo		0	0
\$d	Sala de espera Clínica				1		40	Var	2	0.32	Var	3	0.48	Fijo		0	0.8
	Pasillo 1				1		40	Var	2	0.32	Var	3	0.48	Fijo		0	0.8
	Área de lavado				1		40	Var	2	0.32	Var	3	0.48	Fijo		0	0.8
\$e	Cubículo 1				1		40	Var		0	Var		0	Fijo		0	0
\$f	Oficina Clínica				1		40	Var		0	Var	3	0.48	Fijo		0	0.48
	Bodega Clínica				1		40	Var		0	Var	3	0.48	Fijo		0	0.48
\$g	de Sala Esterilización				1		40	Var		0	Var	0.2	0.03	Fijo		0	0.03
\$h	Cubículo 2				1		40	Var		0	Var	2	0.32	Fijo		0	0.32
															Total	7.55	

Fuente: Propia.

Tabla 3.56. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Aulas 2 y 3.

Área	Apagador	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
Aula 2	\$i		1	1			32	Var	3	0.48	Var	3	0.48	Var	2	0.32	1.28
	\$j		1	1			32	Var	3	0.48	Var	3	0.48	Var	2	0.32	1.28
Aula 3	\$k				2		32	Var	3	0.768	Var	2	0.512	Var	1	0.256	1.54
	\$l				1		32	Var	3	0.384	Var	2	0.256	Var	1	0.128	0.77
	\$m				1		32	Var	3	0.384	Var	2	0.256	Var	1	0.128	0.77
	\$n				2		32	Var	3	0.768	Var	2	0.512	Var	1	0.256	1.54
	\$o				1		32	Var	2	0.256	Var	2	0.256	Var	1	0.128	0.64
	\$p				1		32	Var	3	0.384	Var	2	0.256	Var	1	0.128	0.77
	\$q				2		32	Var	2	0.512			0	Var	1	0.256	0.77
	\$r				1		32	Var	2	0.256			0	Var	1	0.128	0.38
\$s				1		32	Var	2	0.256			0	Var	1	0.128	0.38	
															Total	10.11	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.4. Consumo por iluminación en el edificio de Ciencias Jurídicas

Actualmente en este edificio se encuentra el departamento de la carrera de Ciencias Jurídicas y cubículos de los docentes de esta carrera. Las áreas en las que se divide este edificio son las siguientes:

Primer Nivel

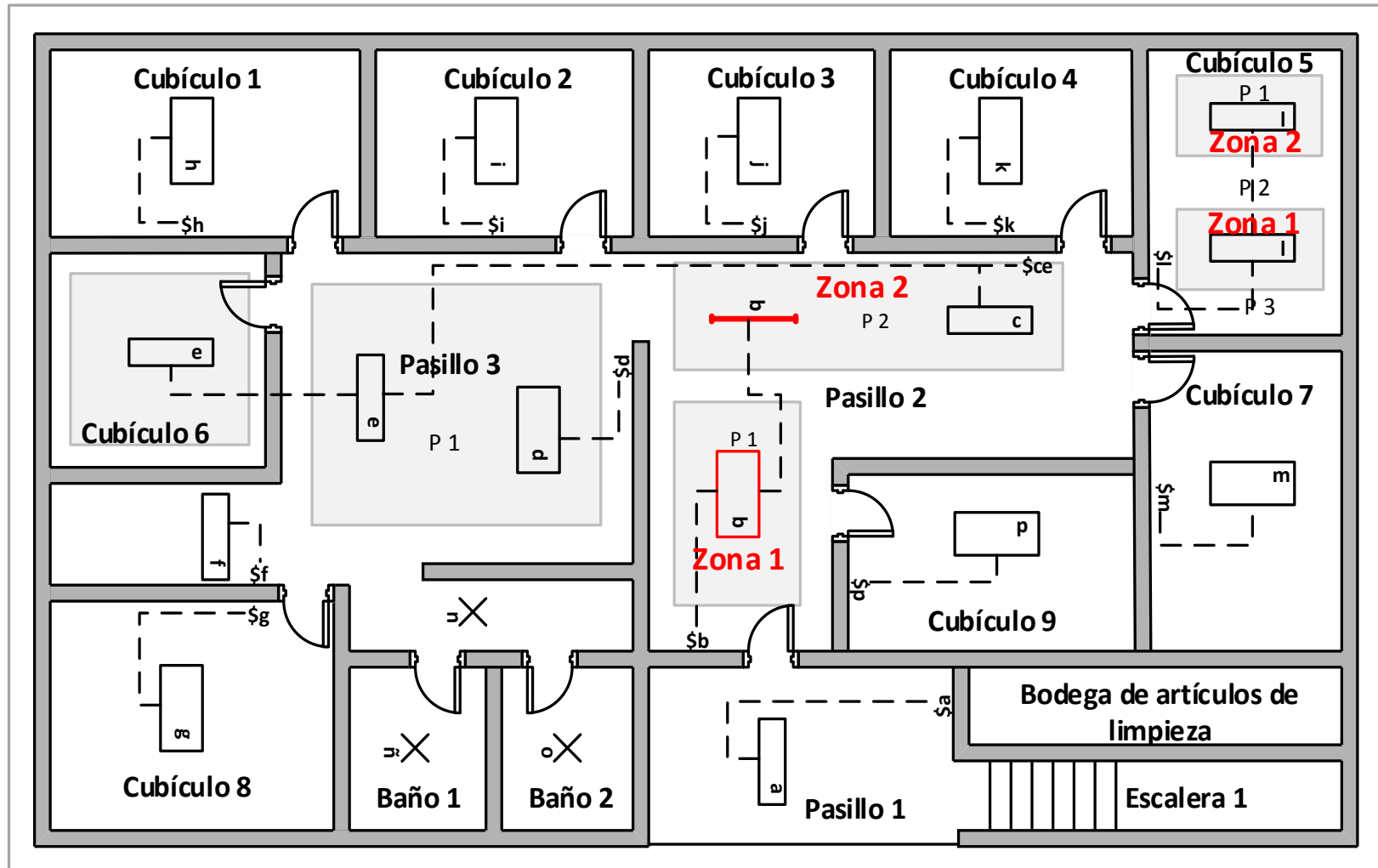
En este nivel se localiza la oficina del jefe del departamento de Ciencias Jurídicas, la oficina de la secretaria, también cuenta con siete salas donde se encuentran los cubículos de los docentes del departamento, a la vez que cuenta con tres pasillos, el pasillo 1 hacia la entrada principal del edificio y dos pasillos internos, el pasillo 2 que conecta a los cubículos 3, 4, 5, 7 y 9 y el pasillo 3 que conecta a los cubículos 1, 2, 6 y 8. Este nivel cuenta con dos baños, uno para damas y otro para caballeros.

Segundo Nivel

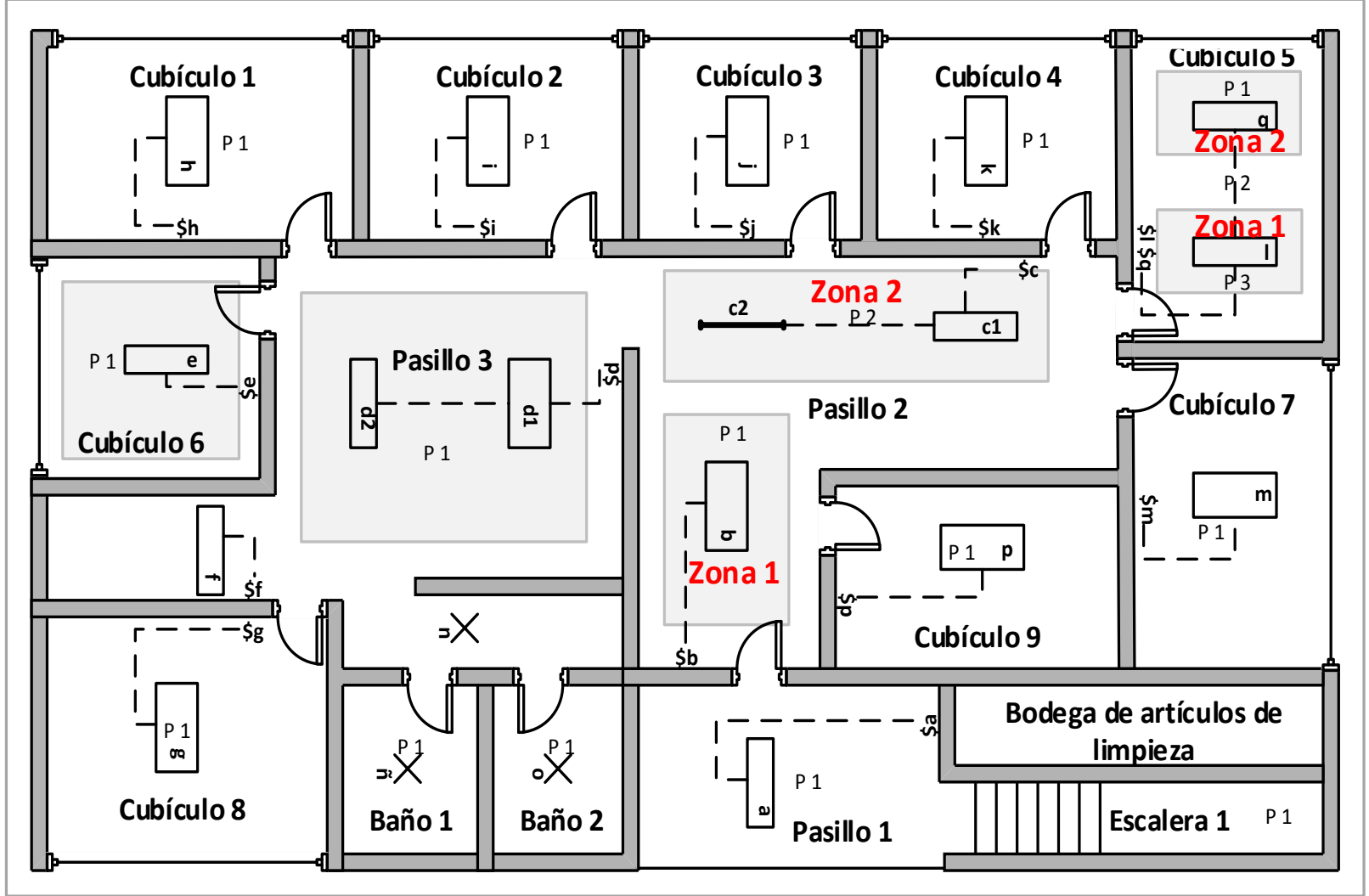
Este nivel cuenta con cinco salas en las que están ubicados los cubículos de 14 docentes, cuenta con tres pasillos, el pasillo 4 hacia la entrada del segundo nivel y dos pasillos internos, el pasillo 5 que conecta los cubículos 11, 12 y 14 y el pasillo 6 que conecta los cubículos 10 y 13, este nivel al igual que el primero tiene dos baños, uno para damas y otro para caballeros.

Todas las áreas descritas en ambos niveles pueden ubicarse en el plano 7A “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 1^{er} Nivel”, y en el plano 8A “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 1^{do} Nivel”.

Vista de planta del primer nivel del edificio de Ciencias Jurídicas

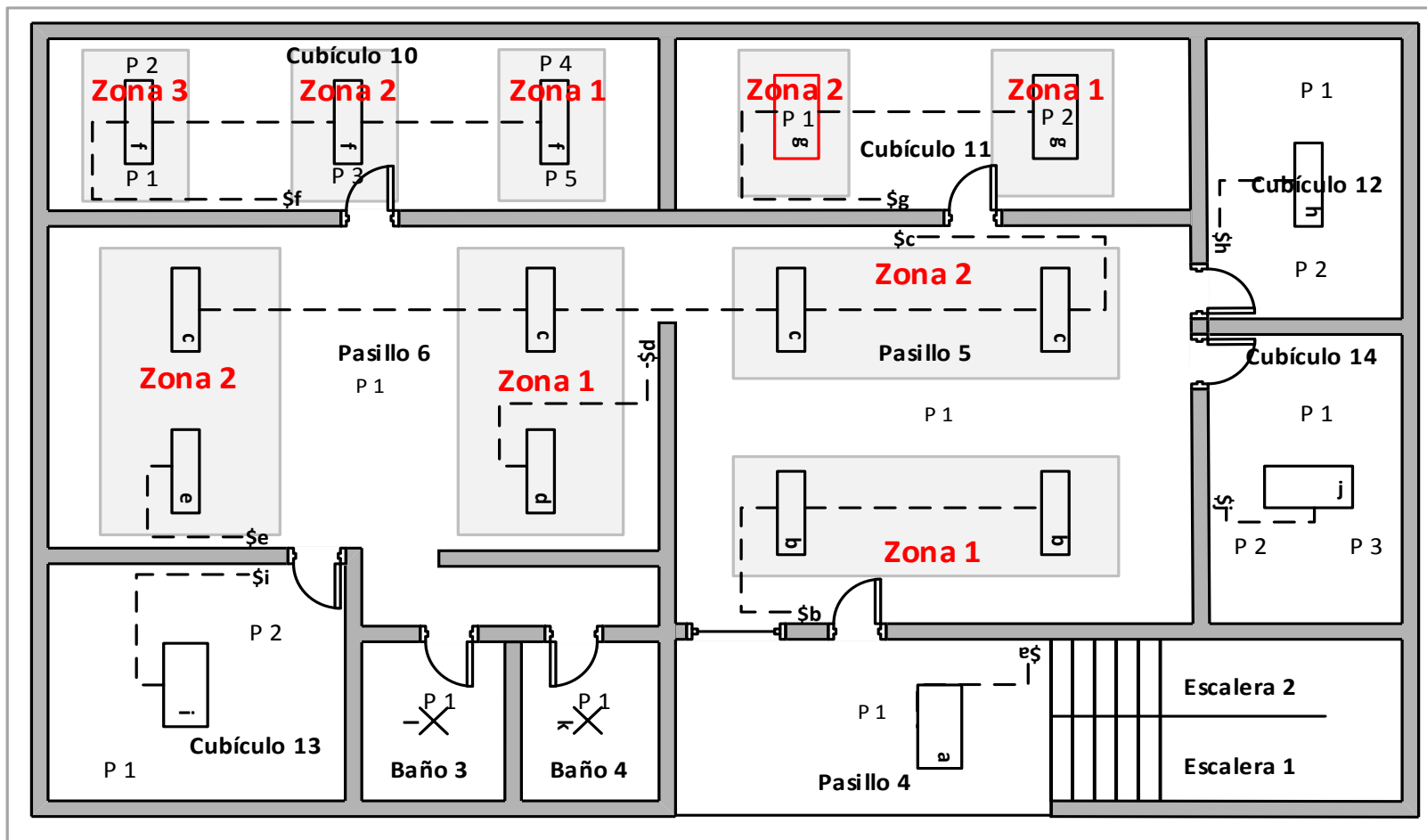


Plano 3.15. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

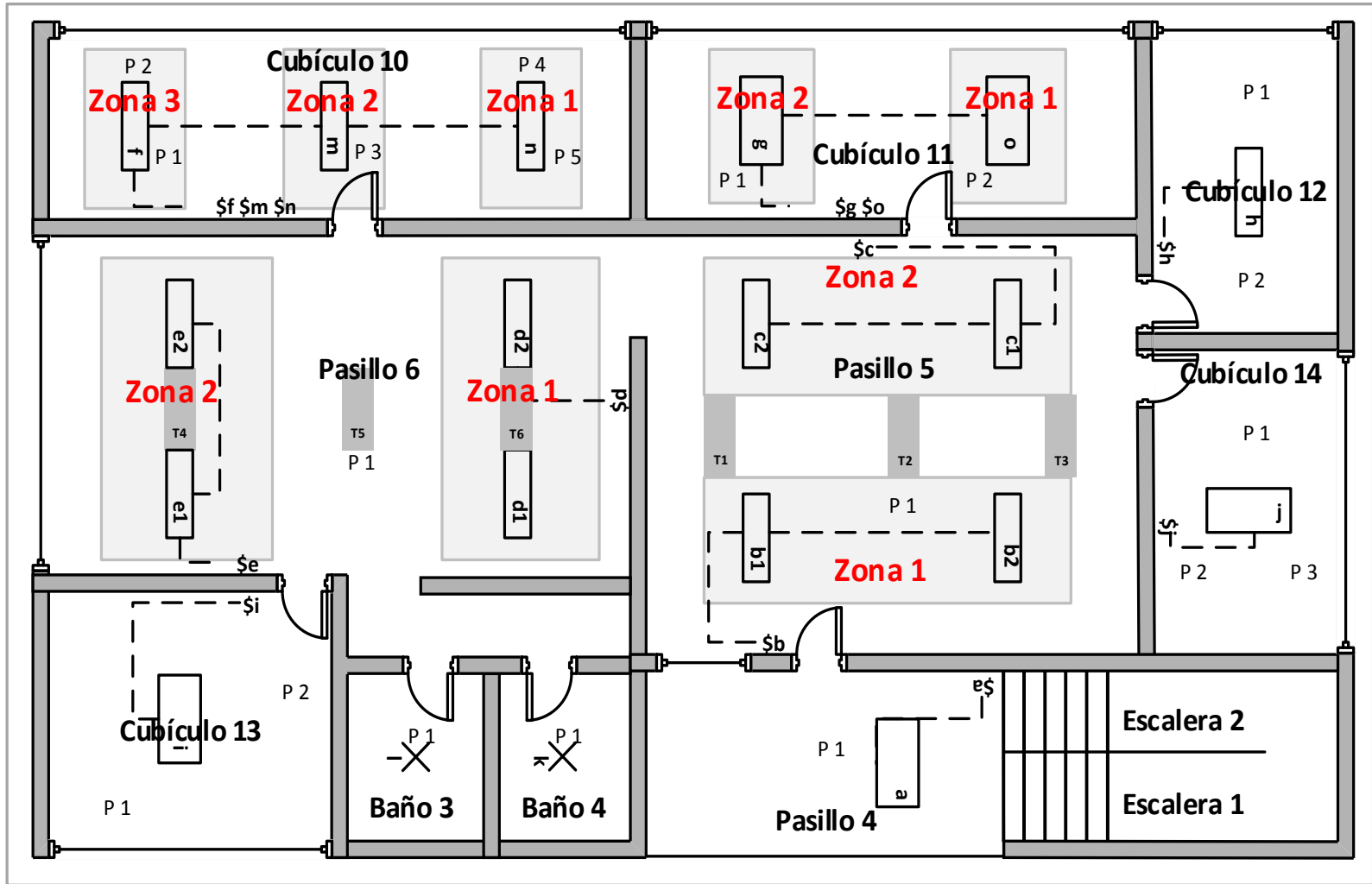


Plano 3.16. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del segundo nivel del edificio de Ciencias Jurídicas



Plano 3.17. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.



Plano 3.18. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.

Carga Instalada por luminaria en el edificio de Ciencias Jurídicas

El edificio de Ciencias Jurídicas tiene en concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas de tubos fluorescentes del tipo 6500k FO32w, las cuales tienen una potencia de consumo de 32 watts. En las siguientes tablas se presenta un resumen de la carga por iluminación y cantidad de iluminación medida en LUX del edificio de Ciencias Jurídicas.

Tabla 3.57. Carga instalada por iluminación en edificio de Ciencias Jurídicas, 1^{er} nivel.

Área	LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Pasillo 1								1				32	0.07
Pasillo 2	108	34	61	4			1	1		1		32	0.26
Pasillo 3	300	20	325	9				2		1		32	0.29
Cubículo 1	470	245	245	25						1		32	0.14
Cubículo 2	459	155	375	21						1		32	0.14
Cubículo 3	462	93	364	5						1		32	0.14
Cubículo 4	265	50	181	1						1		32	0.14
Cubículo 5	Punto 1	276	66	240	43			1				32	0.07
	Punto 2	211	44	175	21								
	Punto 3	131	34	95	11			1				32	0.07
Cubículo 6	287	65	215	23				1				32	0.07
Cubículo 7	228	5	153	2						1		32	0.14
Cubículo 8	290	80	226	65						1		32	0.14
Cubículo 9	324	45	233	34						1		32	0.14
Baño 1	2	63	2	50							1	60	0.06
Baño 2	2	63	2	50							1	60	0.06
Escalera 1													
Total												1.94	

Fuente: Propia

Tabla 3.58. Carga instalada por iluminación en edificio de Ciencias Jurídicas, 2^{do} nivel.

Área	LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Pasillo 4										1		32	0.14
Pasillo 5	442	155	292	71				4				32	0.3
Pasillo 6	172	80	112	55				4				32	0.3
Cubículo 10	Punto 1	204	49	168	11			1				32	0.07
	Punto 2	195	42	187	14								
	Punto 3	423	129	404	118			1				32	0.07
	Punto 4	1280	1200	370	225			1				32	0.07
	Punto 5	340	120	235	36								
Cubículo 11	Punto 1	522	443	160	80					1		32	0.14
	Punto 2	493	309	218	56					1		32	0.14
Cubículo 12	Punto 1	386	66	273	53			1				32	0.07
	Punto 2	253	34	140	21								

Continúa en la página siguiente

Continuación de tabla anterior

Cubículo 13	Punto 1	1174	828	1061	815						1		32	0.14
	Punto 2	539	182	426	169									0
Cubículo 14	Punto 1	405	173	292	160									0
	Punto 2	281	54	168	41						1		32	0.14
	Punto 3	298	61	185	48									
Baño 1		298	61	185	48						1		60	0.06
Baño 2		298	61	185	48						1		60	0.06
													Total	1.71

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica en edificio de Ciencias Jurídicas

Tabla 3.59. Consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio de Ciencias Jurídicas, 1er nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Pasillo 1		1				32			0	Fijo	1	0.06	Fijo	3	0.19	0.26
\$b	Pasillo 2	1			1		32			0		0	0		0	0	0
\$c	Pasillo 2		1				32	Fijo	4	0.26	Fijo	2	0.13	Fijo	1	0.06	0.45
\$d	Pasillo 3				1		32			0		0	0		0	0	0
\$e	Pasillo 3		1				32	Fijo	4	0.26	Fijo	2	0.13	Fijo	1	0.06	0.45
	Cubículo 6		1				32	Fijo	4	0.26	Fijo	2	0.13	Fijo	1	0.06	0.45
\$f	Pasillo 3		1				32			0		0		0	0	0	0
\$g	Cubículo 8				1		32	Fijo	1.8	0.23	Fijo	1.8	0.23	Fijo	0.6	0.08	0.54
\$h	Cubículo 1				1		32	Fijo	1.2	0.15	Fijo	1.4	0.18	Fijo	0.4	0.05	0.38
\$i	Cubículo 2				1		32	Fijo	3.6	0.46	Fijo	3.6	0.46	Fijo	0.9	0.12	1.04
\$j	Cubículo 3				1		32	Fijo	0.9	0.12	Fijo	0.9	0.12	Fijo	0.3	0.04	0.27
\$k	Cubículo 4				1		32	Fijo	0.9	0.12	Fijo	0.9	0.12	Fijo	0.3	0.04	0.27
\$l	Cubículo 5		2				32	Fijo	0.9	0.12	Fijo	0.9	0.12	Fijo	0.3	0.04	0.27
\$m	Cubículo 7				1			Fijo	1.8	0.23	Fijo	2.4	0.31	Fijo	0.6	0.08	0.61
\$p	Cubículo 9				1			Fijo	0.6	0	Fijo	0.9	0	Fijo	0	0	0
\$ñ	Baño 1					1	60	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.15	0.01	0.08
\$o	Baño 2					1	60	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.15	0.01	0.08
	Escalera 1									0		0			0	0	0
													Total	5.14			

Fuente: Propia.

Tabla 3.60. Consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio de Ciencias Jurídicas, 2do nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Pasillo 4				1		32			0	Fijo	1	0.13	Fijo	3	0.38	0.51
\$b	Pasillo 5		2				32			0			0			0	0
\$c	Pasillo 5		2				32	Fijo	2	0.26	Fijo	2	0.26	Fijo	1	0.13	0.64
	Pasillo 6		2				32	Fijo	2	0.26	Fijo	2	0.26	Fijo	1	0.13	0.64
\$d	Pasillo 6		1				32			0	Fijo	0.4	0.03	Fijo	0.2	0.01	0.04

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

\$e	Pasillo 6		1			32			0	Fijo	0.4	0.03	Fijo	0.2	0.01	0.04
\$f	Cubículo 10		3			32	Fijo	1.6	0.31	Fijo	2.4	0.46	Fijo	0.6	0.12	0.88
\$g	Cubículo 11			2		32	Fijo	1.6	0.41	Fijo	2.4	0.61	Fijo	0.6	0.15	1.18
\$h	Cubículo 12		1			32			0	Fijo	1.6	0.1	Fijo	0.4	0.03	0.13
\$i	Cubículo 13			1		32			0	Fijo	1.6	0.2	Fijo	0.4	0.05	0.26
\$j	Cubículo 14			1		32			0	Fijo	1.6	0.2	Fijo	0.4	0.05	0.26
	Escalera 2						Fijo		0			0			0	0
\$k	Baño 1				1	60	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.15	0.01	0.08
\$l	Baño 2				1	60	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.6	0.04	Fijo	0.15	0.01	0.08
														Total	4.73	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.5. Consumo por iluminación en el edificio de Aulas N

Este edificio tiene pocos años de haberse construido, data desde el año 2009, actualmente en este edificio se reciben clases de las diferentes carreras, consta de dos niveles, en el primer nivel hay dos aulas y la Librería de la Facultad, en el nivel superior se encuentran tres aulas.

Primer Nivel

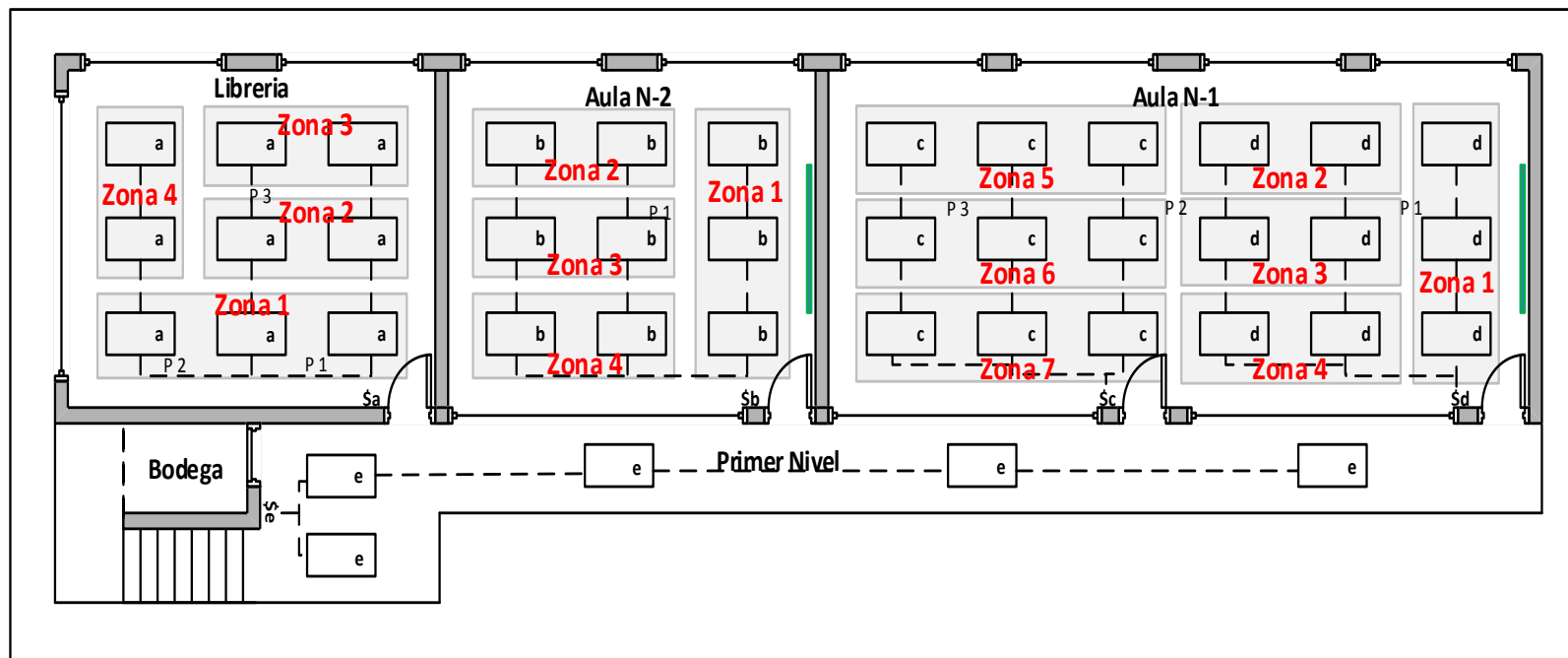
Este nivel consta de las aulas N-1 y N-2 las cuales son utilizadas para impartir clases a las diferentes carreras de la Facultad, también consta de la Librería de la Facultad.

Segundo Nivel

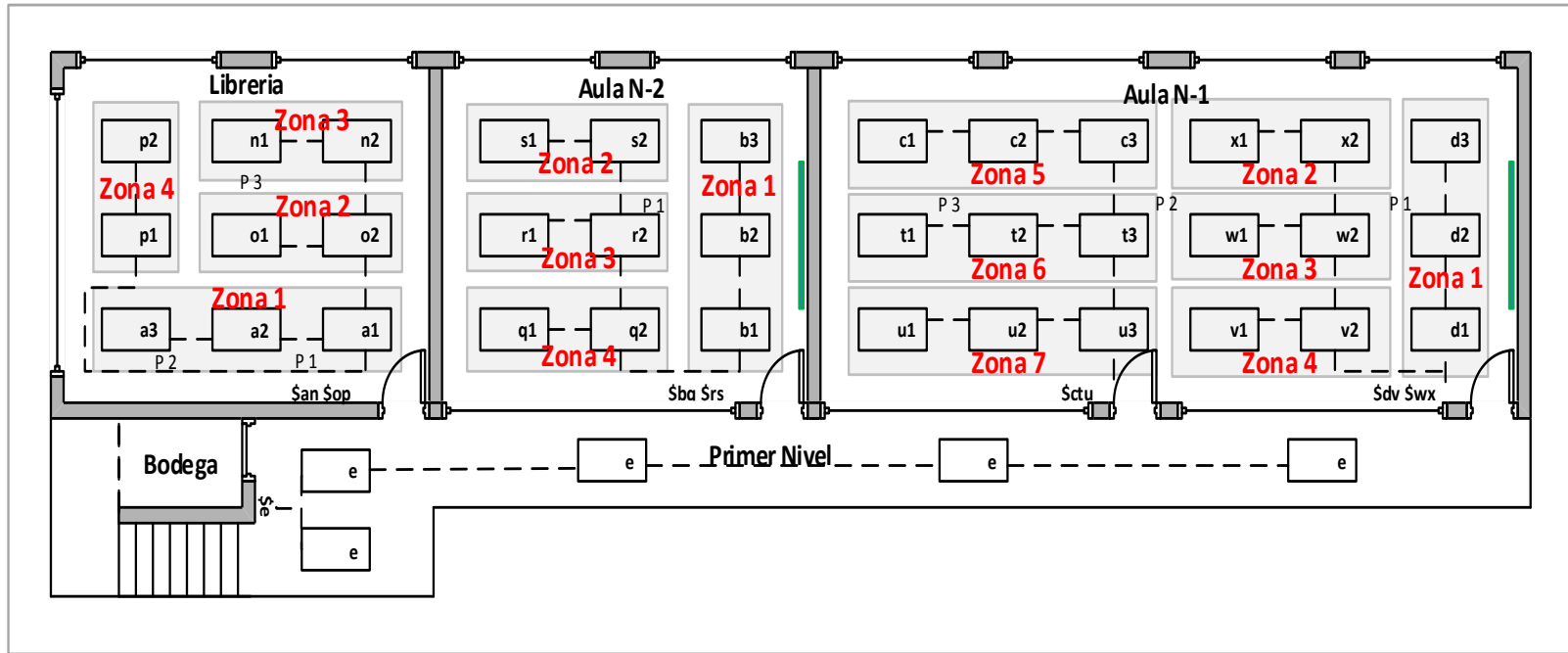
Este nivel consta de las aulas N-3, N-4 y N-5, de estas tres aulas, las aulas N-4 y N-5 son en teoría para los alumnos de Arquitectura, ya que disponen de mesas de dibujo, aunque en la actualidad son utilizadas para impartir clases a las diferentes carreras de la Facultad.

Todas las áreas descritas en ambos niveles pueden ubicarse en el plano 9 “Primer nivel del edificio N”, y en el plano 10 “Segundo nivel del edificio N”. Donde se muestran los circuitos de las luminarias y las disposiciones de estas en las áreas y zonas que constituyen dicho edificio.

Vista de planta del primer nivel del edificio N

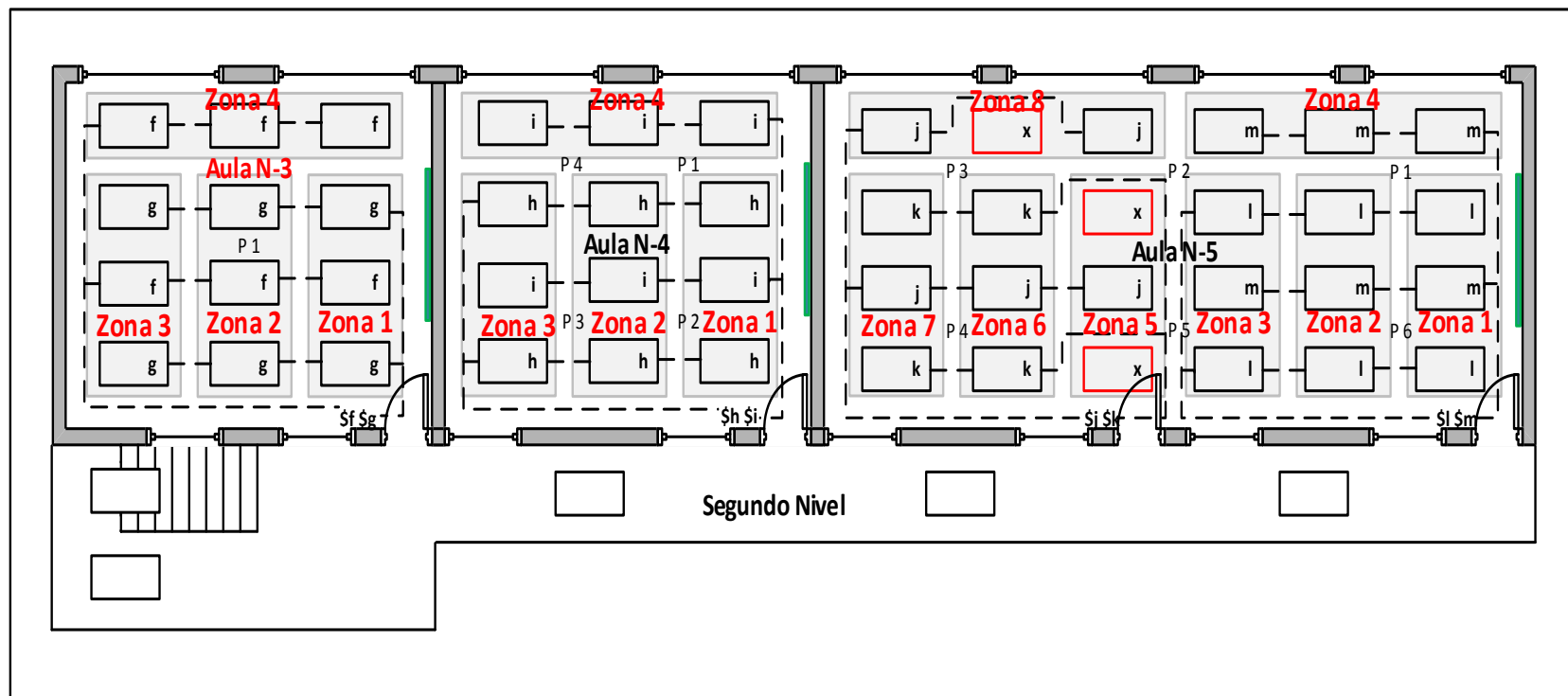


Plano 3.19. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio N. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

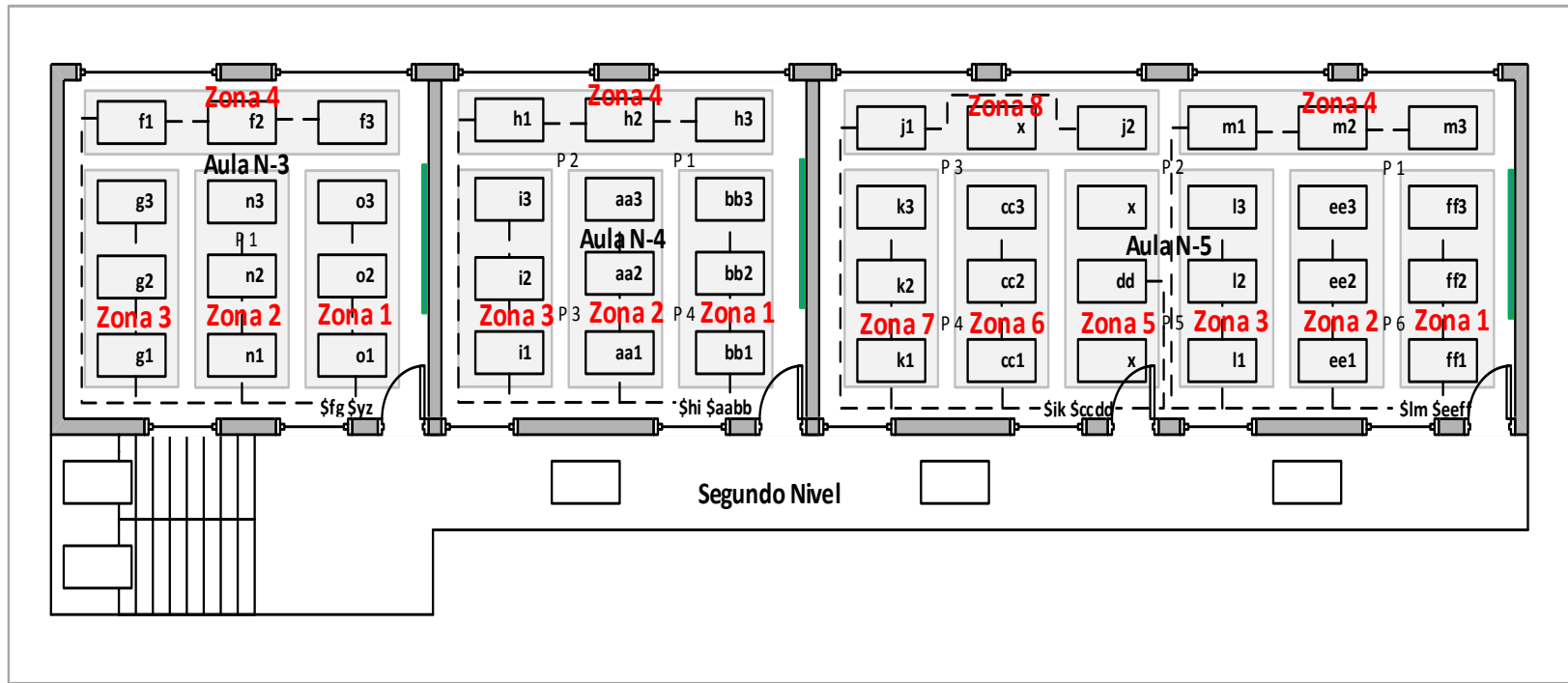


Plano 3.20. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio N. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del segundo nivel del edificio N



Plano 3.21. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio N. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.



Plano 3.22. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio N. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.

Carga instalada por iluminación en el edificio N

El edificio de Aulas N tiene en concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas de tubos fluorescentes del tipo 6500k FO32w, las cuales tienen una potencia de consumo de 32 watts. En la siguiente tabla se presenta un resumen de la carga por luminarias y cantidad de iluminación medida en LUX para cada una de las aulas del edificio N.

Tabla 3.61. Carga instalada por iluminación en el edificio N.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula 1N	Punto 1	310	70	327	83	203							32	1.78
	Punto 2	473	145	490	158	325			18					
	Punto 3	441	155	458	168	276								
Aula 2N	Punto 1	475	238	492	251	254			9				32	0.89
Aula 3N	Punto 1	895	530	912	543	415			9				32	0.89
Aula 4N	Punto 1	1020	640	1037	653	430							32	1.19
	Punto 2	1060	555	1077	568	573			12					
	Punto 3	656	83	673	96	532								
	Punto 4	595	113	612	126	431								
Aula 5N	Punto 1	485	262	502	275	284							32	2.38
	Punto 2	437	226	454	239	431								
	Punto 3	525	100	542	113	372			24					
	Punto 4	640	525	657	538	489								
	Punto 5	480	220	497	233	342								
	Punto 6	472	115	489	128	285								
												Total	7.13	

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por luminarias en el edificio N

Se presenta resumen del consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio N

Tabla 3.62. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio N.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	Kwh	Tipo	Hora	Kwh	Tipo	Hora	Kwh	
\$a	Librería de la Facultad			9			32	Fijo	4	3.46	Fijo	4	3.46			0	6.91
\$b	Aula N-2			9			32	Var	2.4	2.07	Var	2.8	2.42	Var	2.5	2.16	6.65
\$c	Aula N-1			9			32	Var	2.4	2.07	Var	2.8	2.42	Var	2.5	2.16	6.65
\$d	Aula N-1			9			32	Var	2.4	2.07	Var	2.8	2.42	Var	2.5	2.16	6.65
\$e	Corredor			5			32			0			0	Var	2.5	1.2	1.2
\$f	Aula N-3			6			32	Var	2.4	1.38	Var	2.8	1.61	Var	2.5	1.44	4.44
\$g	Aula N-3			6			32	Var	2.4	1.38	Var	2.8	1.61	Var	2.5	1.44	4.44
\$h	Aula N-4			6			32	Var	2.4	1.38	Var	2.8	1.61	Var	2.5	1.44	4.44

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

\$i	Aula N-4		6		32	Var	2.4	1.38	Var	2.8	1.61	Var	2.5	1.44	4.44
\$j	Aula N-5		5		32	Var	2.4	1.15	Var	2.8	1.34	Var	2.5	1.2	3.7
\$k	Aula N-5		4		32	Var	2.4	0.92	Var	2.8	1.08	Var	2.5	0.96	2.96
\$l	Aula N-5		6		32	Var	2.4	1.38	Var	2.8	1.61	Var	2.5	1.44	4.44
\$m	Aula N-5		6		32	Var	2.4	1.38	Var	2.8	1.61	Var	2.5	1.44	4.44
	Corredor		5		32		0	0			0		2.5	1.2	1.2
													Total	62.53	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.6. Consumo por iluminación en el edificio de Carreras Múltiples

Edificio de tres niveles que cuenta con departamentos de diferentes carreras, se describen en seguida:

Primer nivel

En el primer nivel está ubicado la unidad de servidores de la Facultad, la Oficina de la Biblioteca, también se encuentra la Biblioteca General y la Hemeroteca de la Facultad.

Segundo nivel

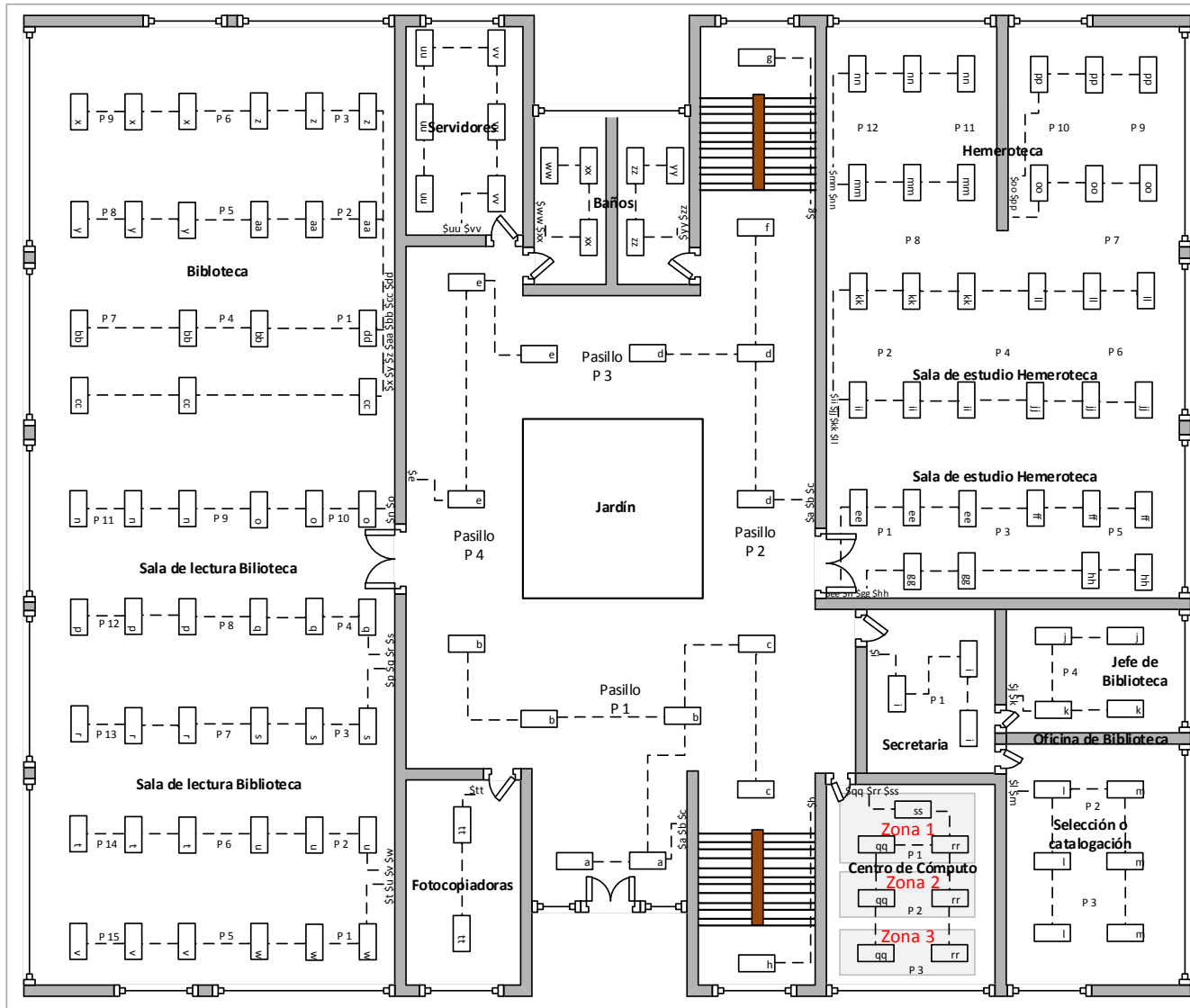
En el segundo nivel están ubicados los departamentos de Idiomas Extranjeros y el departamento de Ingeniería y Arquitectura, el Centro de Cómputo de Ingeniería y Arquitectura, el Centro de Mantenimiento de computadoras y algunas aulas.

Tercer nivel

En el tercer nivel están ubicados los departamentos de Matemática; Ciencias Sociales, Filosofía y Letras, también se encuentra la Sala de Conferencias y la Oficina del Decanato.

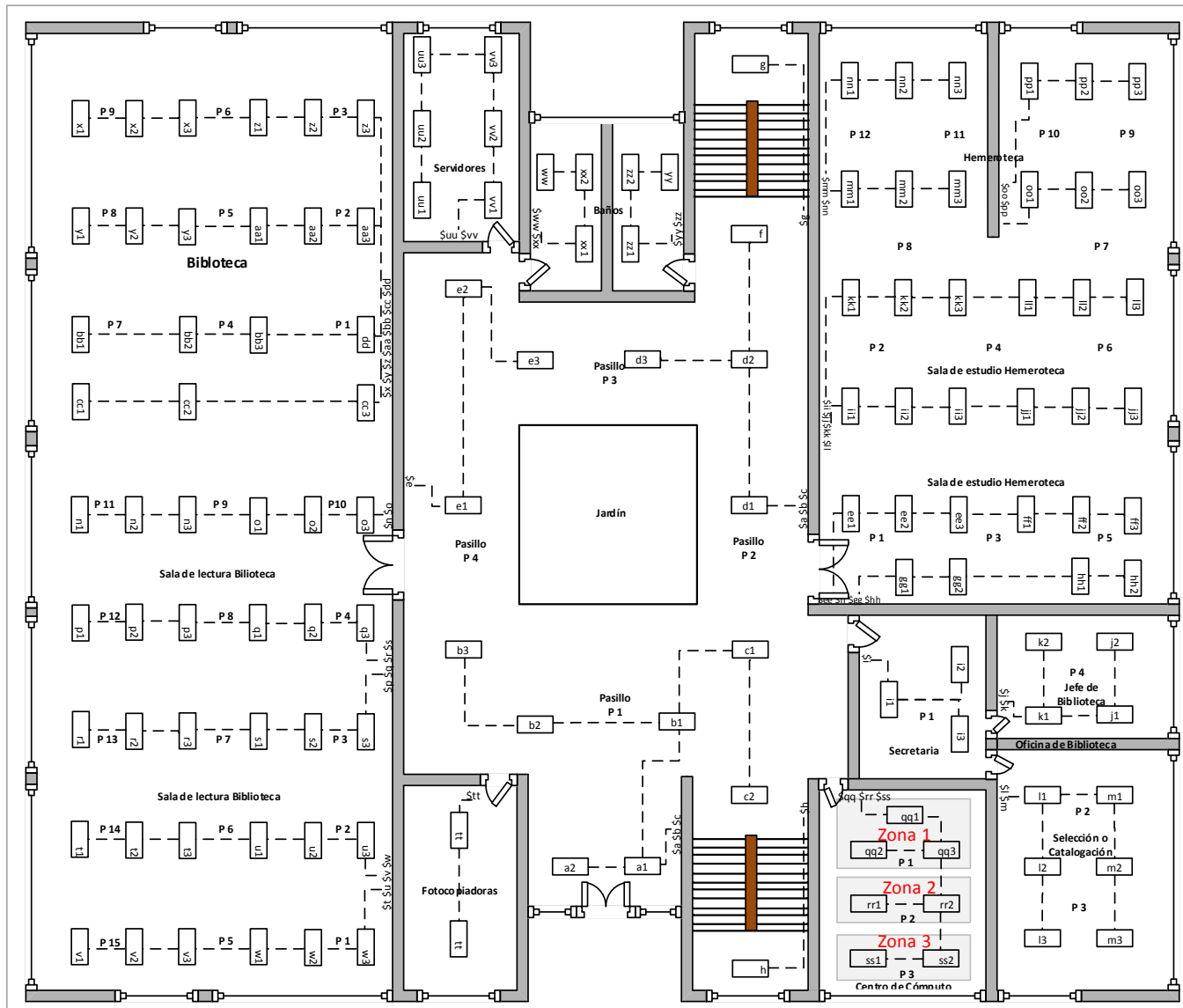
Todas las áreas descritas en los tres niveles pueden ubicarse en el plano 11 “Primer nivel del edificio de Carreras Múltiples”, en el plano 12 “Segundo nivel del edificio de Carreras Múltiples”, y en el plano 13 “Tercer nivel del edificio de Carreras Múltiples”. Donde se muestran los circuitos y ubicaciones de las luminarias.

Vista de planta del primer nivel del edificio de Carreras Múltiples



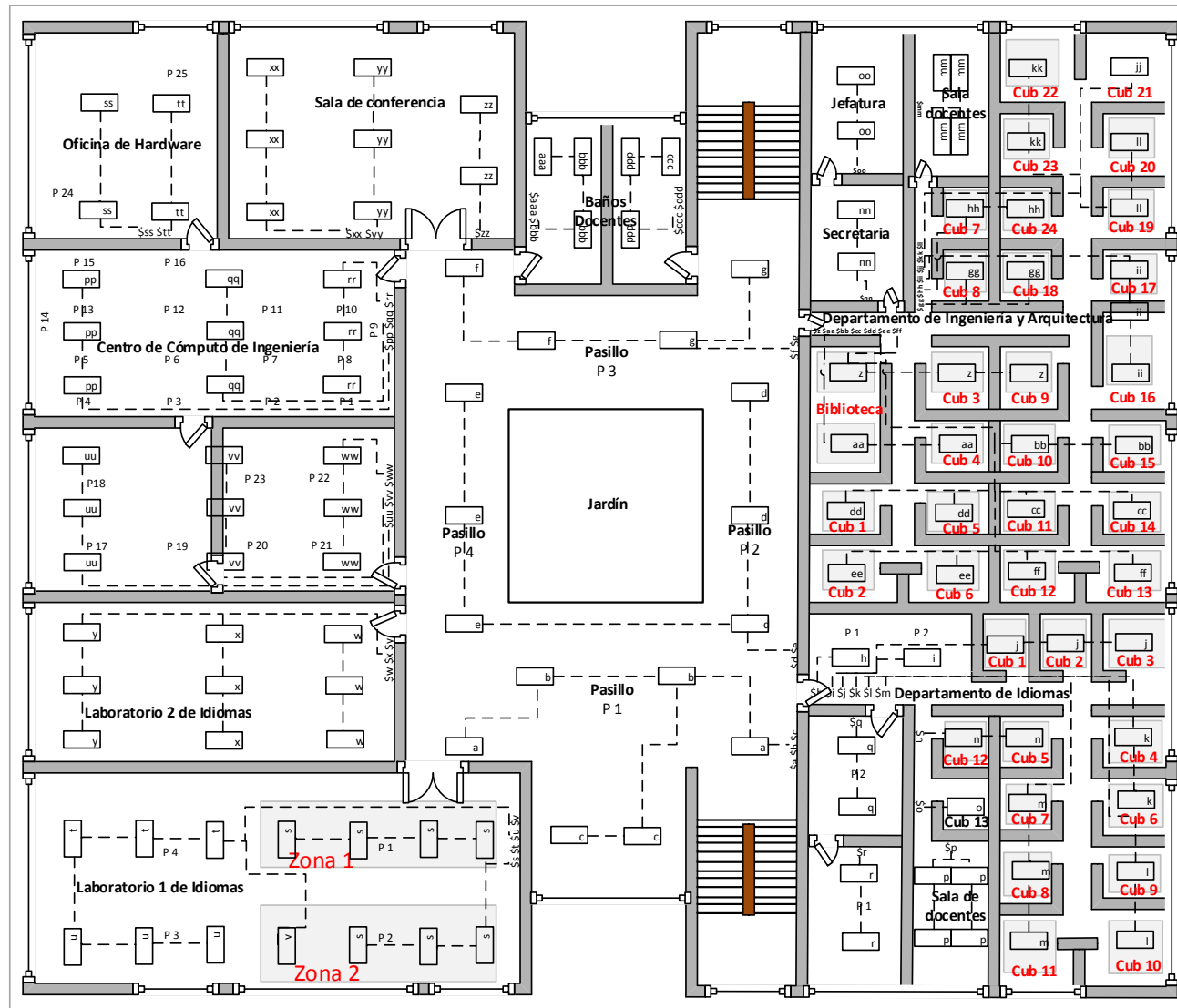
Plano 3.23. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Carreras Múltiples. 1^{er} nivel.

Fuente: Propia.

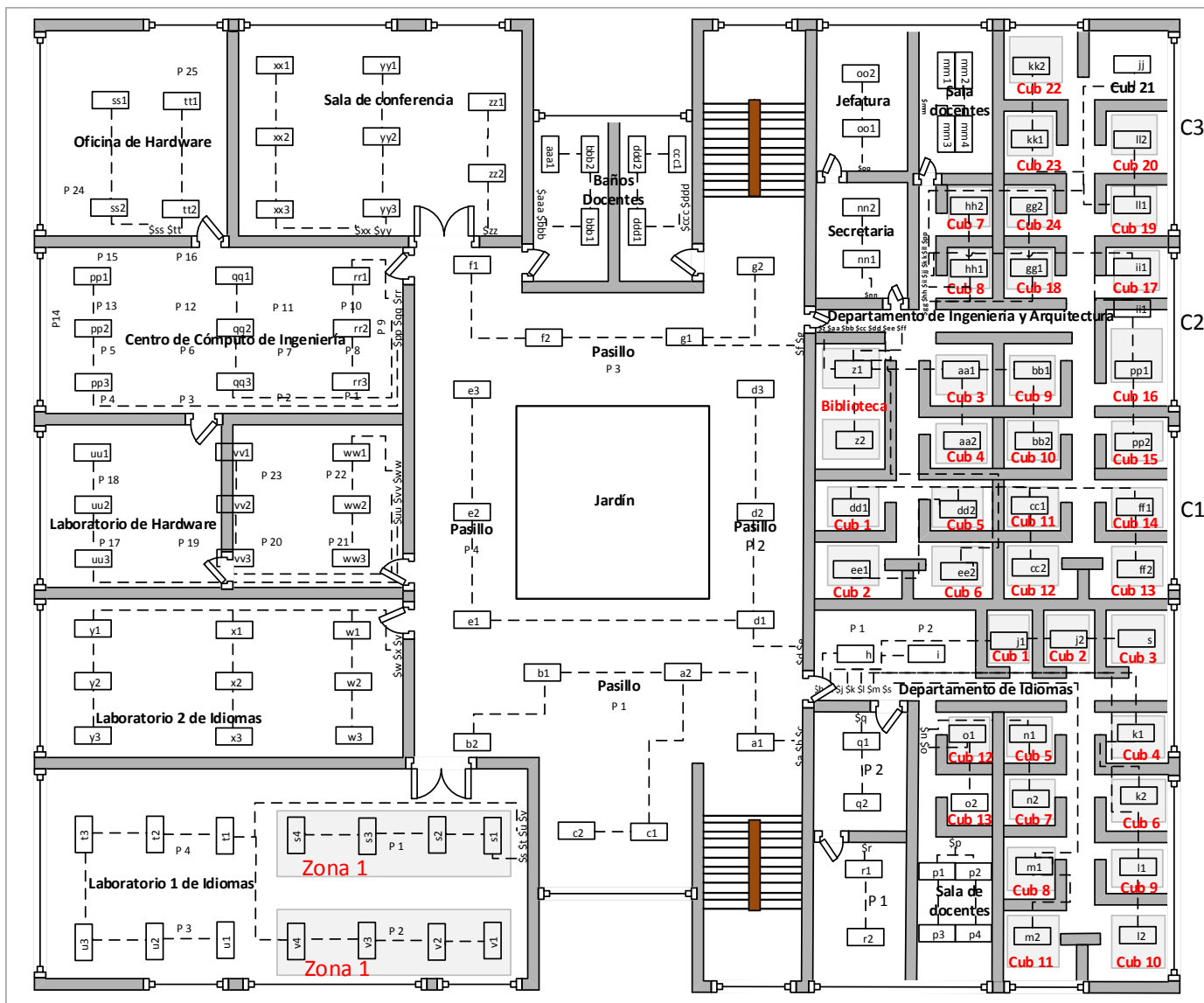


Plano 3.24. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio Carreras Múltiples. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del segundo nivel del edificio de Carreras Múltiples

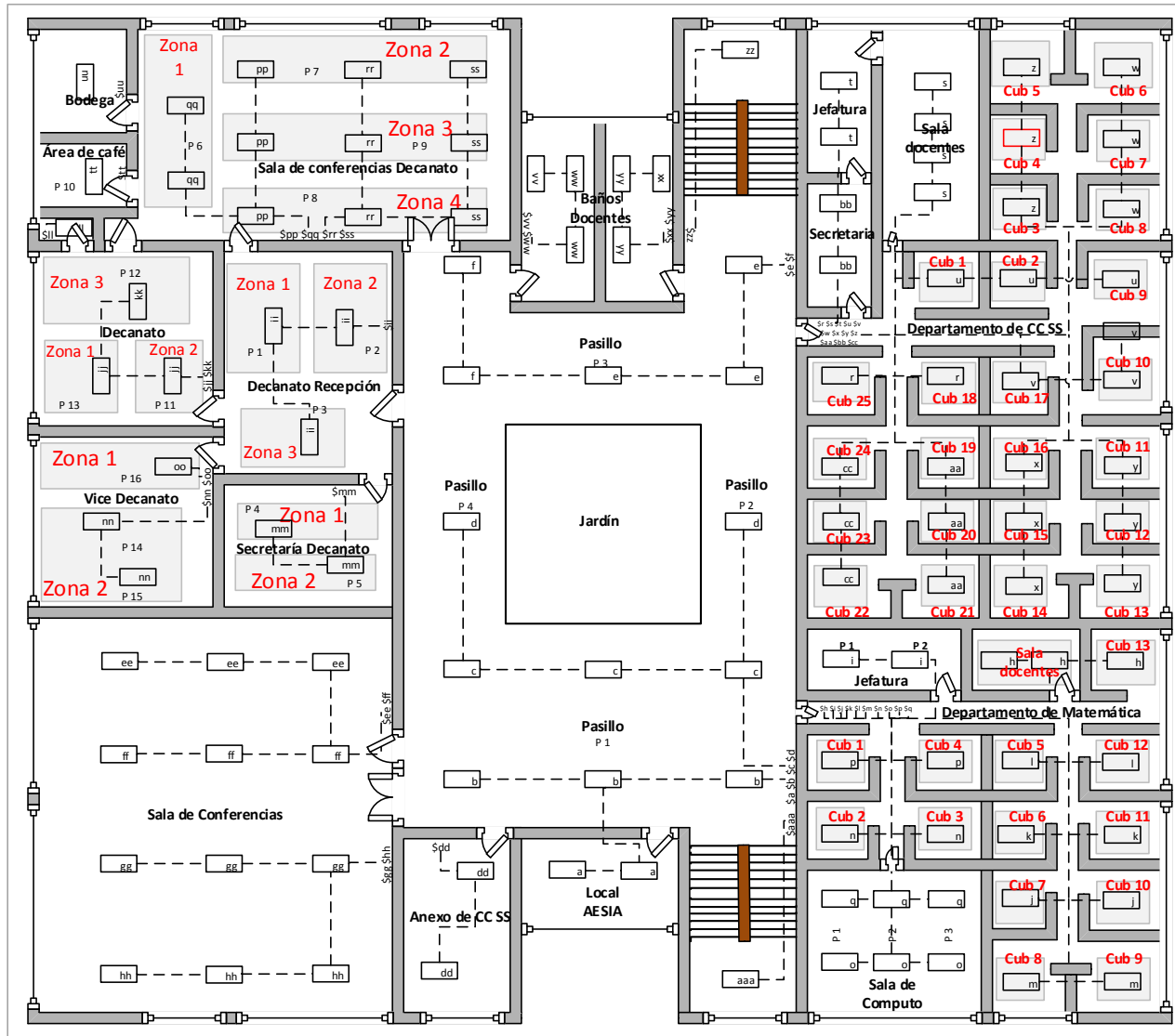


Plano 3.25. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.



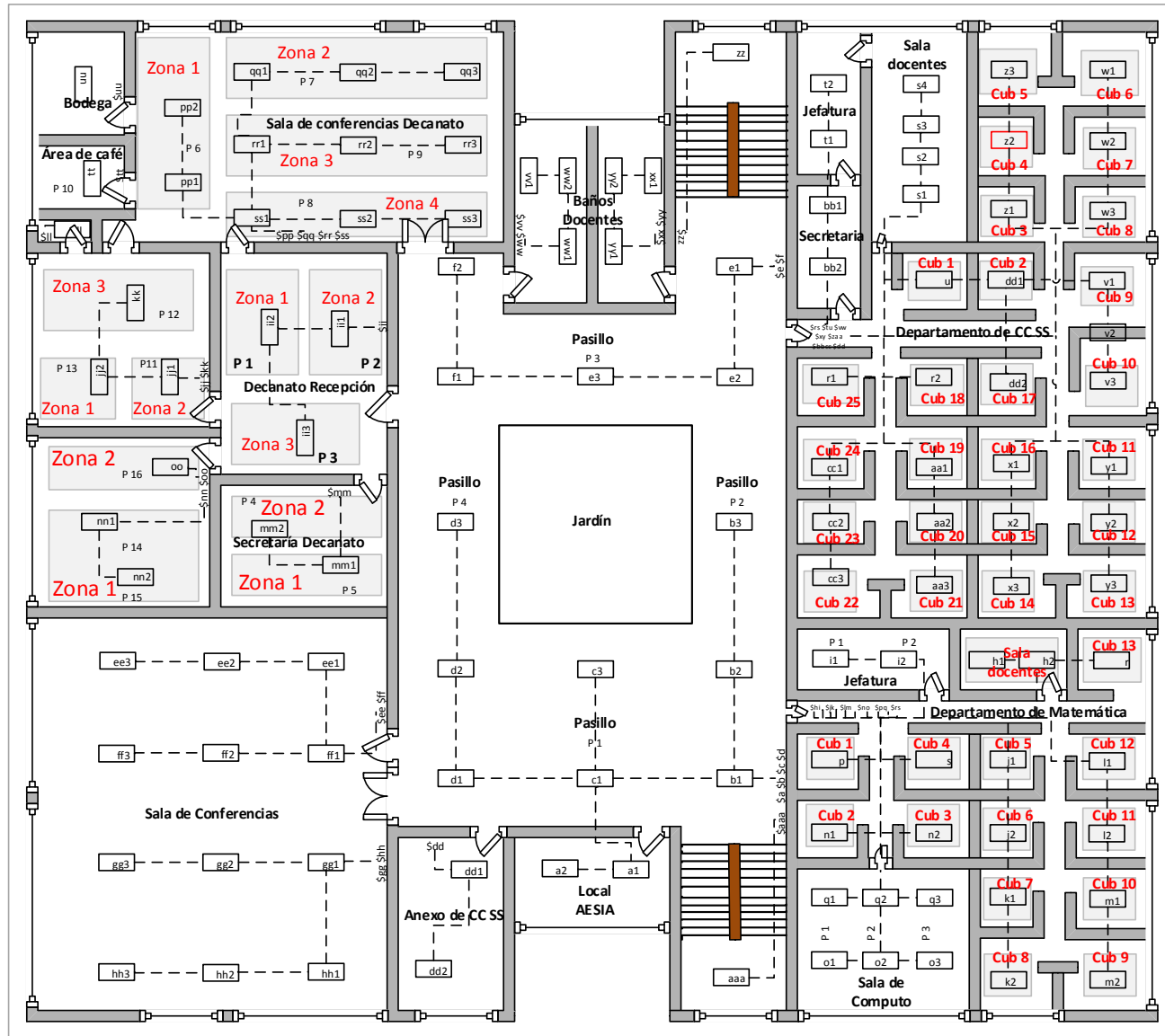
Plano 3.26. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del primer nivel del edificio de Carreras Múltiples



Plano 3.27. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 3^{er} nivel.

Fuente: Propia.



Plano 3.28. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Carreras Múltiples. 3^{er} nivel.
 Fuente: Propia.

Carga Instalada por iluminación en el edificio de Carreras Múltiples

El edificio de Carreras Múltiples tiene carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas de tubos fluorescentes del tipo 6500k FO32w con potencia de consumo de 32 watts. Las siguientes tablas presentan un resumen de la carga por luminarias y cantidad de iluminación medida en LUX para los pasillos, oficinas y para cada uno de los cubículos de los docentes en los departamentos los tres niveles del edificio de Carreras Múltiples.

Tabla 3.63. Carga instalada por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 1^{er} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Paseo	Punto 1	556	472	175	184	50						32	1.34	
	Punto 2	431	100	330	36	72								
	Punto 3	300	201	134	34	108			14					
	Punto 4	648	334	271	41	69								
Fotocopias	Punto 1											32	0.19	
	Punto 2								2					
Sala de Lectura Biblioteca	Punto 1	1065	1034	1067	526	345						32	2.88	
	Punto 2	522	491	441	120	324								
	Punto 3	425	394	375	51	277								
	Punto 4	420	389	398	54	261								
	Punto 5	880	849	704	38	247								
	Punto 6	549	518	386	72	286								
	Punto 7	405	374	431	342	346								
	Punto 8	342	311	413	41	249			30					
	Punto 9	276	245	285	195	233								
	Punto 10	285	254	280	145	231								
	Punto 11	252	221	210	66	118								
	Punto 12	318	287	295	139	351								
	Punto 13	363	332	507	38	392								
	Punto 14	354	323	343	39	298								
	Punto 15	324	293	246	43	211								
Biblioteca	Punto 1	385	39	133	40	98						32	1.82	
	Punto 2	255	55	216	36	157								
	Punto 3	384	152	572	381	295								
	Punto 4	234	37	154	54	101								
	Punto 5	245	54	170	34	133			19					
	Punto 6	434	253	459	242	149								
	Punto 7	105	57	295	111	247								
	Punto 8	272	144	1188	10730	167								
	Punto 9	291	114	253	84	206								
Servidor	Punto 1											32	0.58	
	Punto 2								6					
	Punto 3													
Oficina de Biblioteca	Punto 1	190	25	248	22							32	1.25	
	Punto 2	503	119	374	34									
	Punto 3	447	96	382	63				13					
	Punto 4	467	193	468	56									

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Laboratorio 2 de Idiomas	Punto 1													
	Punto 2									9			32	0.86
	Punto 3													
Departamento de Ingeniería y Arquitectura	Jefatura	897	682	690	481	236								
	Secretaria	328	24	343	32	241								
	Biblioteca	212	28	262	27	397								
	Cubículo 1	413	30	366	29	385								
	Cubículo 2	212	32	218	28	242								
	Cubículo 3	360	35	365	33	284								
	Cubículo 4	467	36	465	32	395								
	Cubículo 5	449	30	492	31	422								
	Cubículo 6	368	35	355	30	285								
	Cubículo 7	321	40	366	35	296								
	Cubículo 8	276	44	386	38	290								
	Cubículo 9	380	48	382	37	260								
	Cubículo 10	503	55	507	36	265								
	Cubículo 11	546	107	501	54	253								
	Cubículo 12	406	86	400	57	330					34		32	3.26
	Cubículo 13	683	421	572	332	302								
	Cubículo 14	730	373	602	258	241								
	Cubículo 15	840	471	530	193	246								
	Cubículo 16	691	181	637	86	388								
	Cubículo 17	565	248	477	161	397								
	Punto 1	560	161	500	112	247								
	Cubículo 18	467	53	452	64	289								
	Cubículo 19	570	241	446	220	332								
	Cubículo 20	717	348	547	200	358								
	Cubículo 21	622	205	444	192	364								
	Cubículo 22	1936	1345	1205	918	375								
	Cubículo 23	678	186	587	151	295								
Cubículo 24	446	81	435	105	265									
Sala docentes	1372	969	1455	808	270									
Centro de Cómputo de Ingeniería y Arquitectura	Punto 1	369	34	350	52	300								
	Punto 2	248	43	258	64	208								
	Punto 3	285	60	297	114	247								
	Punto 4	424	62	421	147	371								
	Punto 5	342	52	334	82	284								
	Punto 6	390	39	393	64	343								
	Punto 7	272	33	188	44	138								
	Punto 8	382	28	407	38	357								
	Punto 9	180	33	137	48	87					9		32	0.86
	Punto 10	308	27	234	46	184								
	Punto 11	265	40	189	63	139								
	Punto 12	344	54	354	109	304								
	Punto 13	265	75	234	195	184								
	Punto 14	610	461	5200	1375	370								
	Punto 15	423	133	502	440	345								
	Punto 16	267	71	355	197	305								

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Laboratorio de Hardware	Punto 17	480	21	75	21	25									32	0.86
	Punto 18	337	21	66	21	16										
	Punto 19	240	21	50	21	45										
	Punto 20	287	21	248	44	198					9					
	Punto 21	306	21	318	24	268										
	Punto 22	428	21	360	25	310										
Oficina de Hardware	Punto 23	126	21	115	33	65									32	0.38
	Punto 24	349	171	281	191	231					4					
Sala de Conferencia	Punto 25	447	237	212	96	162									32	0.77
	Punto 1															
	Punto 2															
	Punto 3										8					
Total															10.56	

Fuente: Propia.

Tabla 3.65. Carga instalada por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 3^{er} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW	
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos			
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos				
Pasillo	Punto 1	201	147	160	143	72							32	0.96	
	Punto 2	559	270	370	216	67									
	Punto 3	361	185	248	138	84					10				
	Punto 4	557	345	385	226	111									
Departamento de Matemática	Jefatura Punto 1	319	41	320	41	283							32	2.02	
	Jefatura Punto 2	276	42	274	41	237									
	Cubículo 1	369	43	315	41	321									
	Cubículo 2	311	44	361	42	302									
	Cubículo 3	293	45	347	43	294									
	Cubículo 4	273	44	256	44	244									
	Cubículo 5	400	75	375	54	269									
	Cubículo 6	413	100	406	61	300									
	Cubículo 7	537	222	499	85	393									
	Cubículo 8	1194	1178	1088	767	200									
	Cubículo 9	180	74	230	81	209									
	Cubículo 10	490	214	455	139	230									
	Cubículo 11	721	340	499	156	183									
	Cubículo 12	559	271	497	167	333									
	Cubículo 13	259	120	223	76	149									
	Sala docentes	277	42	337	41										
	Sala de computo Punto 1	234	75	389	60										
Sala de computo Punto 2	212	88	248	76											
Sala de computo Punto 3	245	82	320	85	282										

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Departamento de Ciencias Sociales, Filosofía y Letras	Jefatura	1067	973	990	530	279												
	Secretaria	434	132	435	92	291												
	Sala de docentes	330	79	308	56	260												
	Cubículo 1	998	157	699	471	238												
	Cubículo 2	487	258	271	78	268												
	Cubículo 3	641	271	429	128	318												
	Cubículo 4	354	267	532	149	339												
	Cubículo 5	2220	1860	1405	1014													
	Cubículo 6	530	215	403	128	281												
	Cubículo 7	977	690	615	290	361												
	Cubículo 8	2520	1779	733	605													
	Cubículo 9	631	327	427	185													
	Cubículo 10	360	256	483	114													
	Cubículo 11	1907	1805	680	513	287												
	Cubículo 12	1956	1395	800	447													
	Cubículo 13	391	157	533	313	250												
	Cubículo 14	356	212	419	99	312												
	Cubículo 15	494	164	536	96													
	Cubículo 16	384	139	435	87													
	Cubículo 17	403	129	339	76	271												
	Cubículo 18	302	70	276	53	239												
	Cubículo 19	458	74	461	52													
	Cubículo 20	513	79	485	55													
	Cubículo 21	468	78	442	55													
	Cubículo 22	294	58	296	47	263												
Cubículo 23	287	57	297	47	269													
Cubículo 24	291	62	278	49	241													
Cubículo 25	332	61	337	49	288													
Decanato	Punto 1	366	50	361	45	271												
	Punto 2	323	50	260	44	170												
	Punto 3	333	48	214	43	124												
	Punto 4	370	43	344	41	254												
	Punto 5	388	43	325	43	235												
	Punto 6	1457	1290	505	384	215												
	Punto 7	1860	1566	806	535	376												
	Punto 8	1440	1130	645	358	355												
	Punto 9	1140	940	527	318	237												
	Punto 10	2200	2040	1013	840	224												
	Punto 11	644	480	194	60	104												
	Punto 12	578	410	286	58	196												
	Punto 13	230	158	150	47	60												
	Punto 14	600	425	263	82	173												
	Punto 15	365	235	190	67	100												
	Punto 16	1070	920	353	128	263												
Sala de conferencias	Punto 1																	
	Punto 2																	
	Punto 3																	
	Punto 4																	
												33				32	3.17	
												24					32	2.30
												12					32	1.15
																	Total	9.6

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio de Carreras Múltiples

Se presenta el cuadro resumen del consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio de Carreras Múltiples

Tabla 3.66. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 1^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Corredor Nivel 1			2			32	Var	0	0	Var	2	0.38	Var	2.5	0.48	0.86
\$b	Corredor Nivel 1			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$c	Corredor Nivel 1			2			32	Var	0	0	Var	2	0.38	Var	2.5	0.48	0.86
\$d	Corredor Nivel 1			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$e	Corredor Nivel 1			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$f	Corredor Nivel 1			1			32	Var	0	0	Var	2	0.19	Var	2.5	0.24	0.43
\$g	Gradas			1			32	Var	0	0	Var	0	0	Var	2.5	0.24	0.24
\$h	Gradas			1			32	Var	0	0	Var	0	0	Var	2.5	0.24	0.24
\$i	Oficina de Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	4	1.15	Var	0	0	2.3
\$j	Oficina de Biblioteca			2			32	Var	4	0.77	Var	4	0.77	Var	0	0	1.54
\$k	Oficina de Biblioteca			2			32	Var	4	0.77	Var	4	0.77	Var	0	0	1.54
\$l	Oficina de Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	4	1.15	Var	0	0	2.3
\$m	Oficina de Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	4	1.15	Var	0	0	2.3
\$n	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$o	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$p	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$q	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$r	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$s	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$t	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$u	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$v	Sala de lectura Biblioteca			3			32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

\$w	Sala de lectura Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$x	Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$y	Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$z	Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$aa	Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$bb	Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$cc	Biblioteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$dd	Biblioteca		1		32	Var	4	0.38	Var	5	0.48	Var	1	0.1	0.96
\$ee	Sala de estudio Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$ff	Sala de estudio Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$gg	Sala de estudio Hemeroteca		2		32	Var	4	0.77	Var	5	0.96	Var	1	0.19	1.92
\$hh	Sala de estudio Hemeroteca		2		32	Var	4	0.77	Var	5	0.96	Var	1	0.19	1.92
\$ii	Sala de estudio Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$jj	Sala de estudio Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$kk	Sala de estudio Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$ll	Sala de estudio Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$mm	Hemeroteca		3		32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
\$nn	Hemeroteca		3		32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
\$oo	Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$pp	Hemeroteca		3		32	Var	4	1.15	Var	5	1.44	Var	1	0.29	2.88
\$qq	Centro de Cómputo		3		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$rr	Centro de Cómputo		3		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$ss	Centro de Cómputo		1		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$tt	Fotocopiadoras		2		32	Var	4	0.77	Var	4	0.77	Var	1	0.19	1.73
\$uu	Servidores		3		32	Var		0	Var		0	Var		0	0
\$vv	Servidores		3		32	Var		0	Var		0	Var		0	0
\$ww	Baños Hombres		1		32	Var	0.6	0.06	Var	0.6	0.06	Var	0.3	0.03	0.14
\$xx	Baños Hombres		2		32	Var	0.6	0.12	Var	0.6	0.12	Var	0.3	0.06	0.29
\$yy	Baños Mujeres		1		32	Var	0.6	0.06	Var	0.6	0.06	Var	0.3	0.03	0.14
\$zz	Baños Mujeres		2		32	Var	0.6	0.12	Var	0.6	0.12	Var	0.3	0.06	0.29
														Total	93.02

Fuente: Propia.

Tabla 3.67. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Carreras Múltiples. 2^{do} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Corredor Nivel 2			2			32	Var	0	0	Var	2	0.38	Var	2.5	0.48	0.86
\$b	Corredor Nivel 2			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$c	Corredor Nivel 2			2			32	Var	0	0	Var	2	0.38	Var	2.5	0.48	0.86
\$d	Corredor Nivel 2			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$e	Corredor Nivel 2			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$f	Corredor Nivel 2			1			32	Var	0	0	Var	2	0.19	Var	2.5	0.24	0.43
\$g	Corredor Nivel 2			3			32	Var	0	0	Var	2	0.58	Var	2.5	0.72	1.3
\$h	Departamento de Idiomas	Zona 1		3			32	Var	1.2	0.35	Var	3.5	1.01	Var	2	0.58	1.93
\$i		Zona 2		2			32	Var	1.2	0.23	Var	3.5	0.67	Var	2	0.38	1.29
\$j		Cubículo 1		1			32	Var	1.2	0.12	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.64
		Cubículo 2		1			32	Var	2.2	0.21	Var	4.5	0.43	Var	3	0.29	0.93
		Cubículo 3		1			32	Var	3.2	0.31	Var	5.5	0.53	Var	4	0.38	1.22
\$k		Cubículo 4		1			32	Var	1.2	0.12	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.64
		Cubículo 6		1			32	Var	1.2	0.12	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.64
\$l		Cubículo 9		1			32	Var	4	0.38	Var	4	0.38	Var	2	0.19	0.96
		Cubículo 10		1			32	Var	4	0.38	Var	4	0.38	Var	2	0.19	0.96
\$m		Cubículo 7		1			32	Var	4	0.38	Var	4	0.38	Var	2	0.19	0.96
		Cubículo 8		1			32	Var	4	0.38	Var	4	0.38	Var	2	0.19	0.96
		Cubículo 11		1			32	Var	4	0.38	Var	4	0.38	Var	2	0.19	0.96
\$n	Cubículo 5		1			32	Var	1.2	0.12	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.64	
	Cubículo 12		1			32	Var	1.2	0.12	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.64	
\$o	Departamento de Idiomas			1			32	Var	1.2	0.12	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.64
\$p	Departamento de Idiomas			4			32	Var	1.2	0.46	Var	3.5	1.34	Var	2	0.77	2.57
\$q	Departamento de Idiomas			2			32	Var	4	0.77	Var	4	0.77	Var	0	0	1.54
\$r	Departamento de Idiomas			2			32	Var	4	0.77	Var	4	0.77	Var	0	0	1.54
\$s	Laboratorio 1 de Idiomas			7			32	Var	1.6	1.08	Var	2.25	1.51	Var	0	0	2.59
\$t	Laboratorio 1 de Idiomas			3			32	Var	1.6	0.46	Var	2.25	0.65	Var	0	0	1.11
\$u	Laboratorio 1 de Idiomas			3			32	Var	1.6	0.46	Var	2.25	0.65	Var	0	0	1.11
\$v	Laboratorio 1 de Idiomas			1			32	Var	1.6	0.15	Var	2.25	0.22	Var	0	0	0.37
\$w	Laboratorio 2 de Idiomas			3			32	Var	1.6	0.46	Var	3	0.86	Var	1.13	0.32	1.65
\$x	Laboratorio 2 de Idiomas			3			32	Var	1.6	0.46	Var	3	0.86	Var	1.13	0.32	1.65
\$y	Laboratorio 2 de Idiomas			3			32	Var	1.6	0.46	Var	3	0.86	Var	1.13	0.32	1.65

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

\$z	Departamento De Ing.	Biblioteca		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 3		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 9		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$aa	Departamento de Ingeniería y Arquitectura	Biblioteca		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 4		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$bb		Cubículo 10		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 15		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$cc		Cubículo 11		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 14		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$dd		Cubículo 1		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 5		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$ee		Cubículo 2		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 6		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$ff		Cubículo 12		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 13		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$gg		Cubículo 8		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 18		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$hh		Cubículo 7		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 24		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$ii		Cubículo 17		2		32	Var	2	0.38	Var	3.5	0.67	Var	2	0.38	1.44
		Cubículo 16		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$jj		Cubículo 21		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 22		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$kk		Cubículo 23		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
		Cubículo 20		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$ll		Cubículo 19		1		32	Var	2	0.19	Var	3.5	0.34	Var	2	0.19	0.72
\$mm		Sala de docentes		4		32	Var	2	0.77	Var	3.5	1.34	Var	2	0.77	2.88
\$nn		Secretaria		2		32	Var	4	0.77	Var	4	0.77	Var	0	0	1.54
\$oo		Jefatura		2		32	Var	2	0.38	Var	3.5	0.67	Var	0	0	1.06
\$pp	Centro de Cómputo de Ing. y Arq.	Punto 4,5,13,15		3		32	Var	2.4	0.69	Var	1.8	0.52	Var	0	0	1.21
\$qq		Punto 3,6,12,16		3		32	Var	2.4	0.69	Var	1.8	0.52	Var	0	0	1.21
\$rr		Punto 1,8,10		3		32	Var	2.4	0.69	Var	1.8	0.52	Var	0	0	1.21
\$ss	Oficina de Hardware		2		32	Var	0	0	Var	4	0.77	Var	1	0.19	0.96	
\$tt	Oficina de Hardware		2		32	Var	0	0	Var	4	0.77	Var	1	0.19	0.96	
\$uu	Laboratorio de Hardware		3		32	Var	4	1.15	Var	4	1.15	Var	2	0.58	2.88	
\$vv	Laboratorio de Hardware		3		32	Var	4	1.15	Var	4	1.15	Var	2	0.58	2.88	
\$ww	Laboratorio de Hardware		3		32	Var	4	1.15	Var	4	1.15	Var	2	0.58	2.88	
\$xx	Sala de Conferencia		3		32	Var	0.8	0.23	Var	1.2	0.35	Var	0	0	0.58	
\$yy	Sala de Conferencia		3		32	Var	0.8	0.23	Var	1.2	0.35	Var	0	0	0.58	
\$zz	Sala de Conferencia		2		32	Var	0.8	0.15	Var	1.2	0.23	Var	0	0	0.38	
\$aaa	Baños Hombres		1		32	Var	0.6	0.06	Var	0.6	0.06	Var	0.3	0.03	0.14	
\$bbb	Baños Hombres		2		32	Var	0.6	0.12	Var	0.6	0.12	Var	0.3	0.06	0.29	
\$ccc	Baños Mujeres		1		32	Var	0.6	0.06	Var	0.6	0.06	Var	0.3	0.03	0.14	
\$ddd	Baños Mujeres		2		32	Var	0.6	0.12	Var	0.6	0.12	Var	0.3	0.06	0.29	
															Total	78.64

Fuente: Propia.

Tabla 3.68. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Carreras Múltiples, 3^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Corredor Nivel 3			2			32	Var	0	0	Var	2	0.4	Var	2.5	0.48	0.86
\$b	Corredor Nivel 3			3			32	Var	0	0	Var	2	0.6	Var	2.5	0.72	1.3
\$c	Corredor Nivel 3			2			32	Var	0	0	Var	2	0.4	Var	2.5	0.48	0.86
\$d	Corredor Nivel 3			3			32	Var	0	0	Var	2	0.6	Var	2.5	0.72	1.3
\$e	Corredor Nivel 3			3			32	Var	0	0	Var	2	0.6	Var	2.5	0.72	1.3
\$f	Corredor Nivel 3			1			32	Var	0	0	Var	2	0.2	Var	2.5	0.24	0.43
\$zz	Gradas			1			32	Var	0	0	Var	0	0	Var	2.5	0.24	0.24
\$aaa	Gradas			1			32	Var	0	0	Var	0	0	Var	2.5	0.24	0.24
\$h	Sala de docentes			2			32	Var	0.8	0.2	Var	2.8	0.5	Var	2	0.38	1.08
	Cubículo 13			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
\$i	Jefatura			2			32	Var	4	0.8	Var	4	0.8	Var	2	0.38	1.92
\$j	Cubículo 7			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
	Cubículo 10			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
\$k	Cubículo 6			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
	Cubículo 11			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
\$l	Cubículo 5			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
	Cubículo 12			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
\$m	Cubículo 8			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
	Cubículo 9			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
\$n	Cubículo 2			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
	Cubículo 3			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	2	0.19	0.54
\$o	Sala de computo			2			32	Var	0.8	0.2	Var	2.8	0.5	Var	0	0	0.69
\$q	Sala de computo			2			32	Var	4	0.8	Var	4	0.8	Var	2	0.38	1.92
\$p	Cubículo 1			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	0	0	0.35
	Cubículo 4			1			32	Var	0.8	0.1	Var	2.8	0.3	Var	0	0	0.35
\$r	Cubículo 18			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 25			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
\$s	Sala de docentes			4			32	Var	1.6	0.6	Var	3.4	1.3	Var	2	0.77	2.69
\$t	Jefatura			2			32	Var	1.6	0.3	Var	3.4	0.7	Var	0	0	0.96
\$u	Cubículo 1			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 2			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 9			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 10			2			32	Var	1.6	0.3	Var	3.4	0.7	Var	2	0.38	1.34
\$v	Cubículo 17			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 6			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 7			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
\$w	Cubículo 8			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 14			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 15			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
\$x	Cubículo 16			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 11			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 12			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
\$y	Cubículo 13			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 3			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
	Cubículo 4			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67
\$z	Cubículo 5			1			32	Var	1.6	0.2	Var	3.4	0.3	Var	2	0.19	0.67

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

\$aa	Depto. CCSS	Cubículo 19		1		32	Var	1	0.1	Var	3	0.3	Var	2	0.19	0.58
		Cubículo 20		1		32	Var	1	0.1	Var	3	0.3	Var	2	0.19	0.58
		Cubículo 21		1		32	Var	1	0.1	Var	3	0.3	Var	2	0.19	0.58
\$bb		Secretaria		2		32	Var	1	0.2	Var	4	0.8	Var	0	0	0.96
\$cc	Depto. CCSS	Cubículo 22		1		32	Var	1	0.1	Var	3	0.3	Var	2	0.19	0.58
		Cubículo 23		1		32	Var	1	0.1	Var	3	0.3	Var	2	0.19	0.58
		Cubículo 24		1		32	Var	1	0.1	Var	3	0.3	Var	2	0.19	0.58
\$dd		Anexo Departamento de CCSS		2		32	Var	0.8	0.2	Var	3	0.6	Var	1	0.19	0.92
\$ee		Sala de conferencias		3		32	Var		0	Var	2	0.6	Var	0.4	0.12	0.69
\$ff		Sala de conferencias		3		32	Var		0	Var	2	0.6	Var	0.4	0.12	0.69
\$gg		Sala de conferencias		3		32	Var		0	Var	2	0.6	Var	0.4	0.12	0.69
\$hh		Sala de conferencias		3		32	Var		0	Var	2	0.6	Var	0.4	0.12	0.69
\$ii		Decanato recepción		3		32	Var	4	1.2	Var	4	1.2	Var	0	0	2.3
\$jj		Decanato		2		32	Var		0	Var	3	0.6	Var	0	0	0.58
\$kk		Decanato		1		32	Var		0	Var	3	0.3	Var	0	0	0.29
\$ll		Decanato baño		1		32	Var		0	Var	3	0.3	Var	0	0	0.29
\$mm		Decanato secretaria		2		32	Var	4	0.8	Var	6	1.2	Var	0	0	1.92
\$nn		Decanato vicedecano		2		32	Var		0	Var	3	0.6	Var	0	0	0.58
\$oo		Decanato vicedecano		1		32	Var		0	Var	3	0.3	Var	0	0	0.29
\$pp		Decanato sala de conferencia		3		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$qq		Decanato sala de conferencia		2		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$rr		Decanato sala de conferencia		3		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$ss		Decanato sala de conferencia		3		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$tt		Decanato área de café		1		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$uu		Decanato bodega		1		32	Var		0	Var		0	Var	0	0	0
\$vv		Baños Hombres		1		32	Var		0	Var		0	Var	0.3	0.03	0.03
\$ww		Baños Hombres		2		32	Var		0	Var		0	Var	0.3	0.06	0.06
\$xx		Baños Mujeres		1		32	Var		0	Var		0	Var	0.3	0.03	0.03
\$yy		Baños Mujeres		2		32	Var		0	Var		0	Var	0.3	0.06	0.06
															Total	50.34

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.7. Consumo por iluminación en el edificio de Medicina

Edificio de dos niveles Construido en el año 2002. En este edificio se encuentra: el Departamento de Medicina, la Sala de docentes de Medicina, la Unidad de Proyección Social, la oficina de Extensión de Idiomas, la Clínica de Salud, cuenta con 12 aulas y tres laboratorios, una oficina para el departamento de Psicología, una sala de prácticas para la carrera de Psicología y un cuarto de fotocopias de documentos.

Primer Nivel

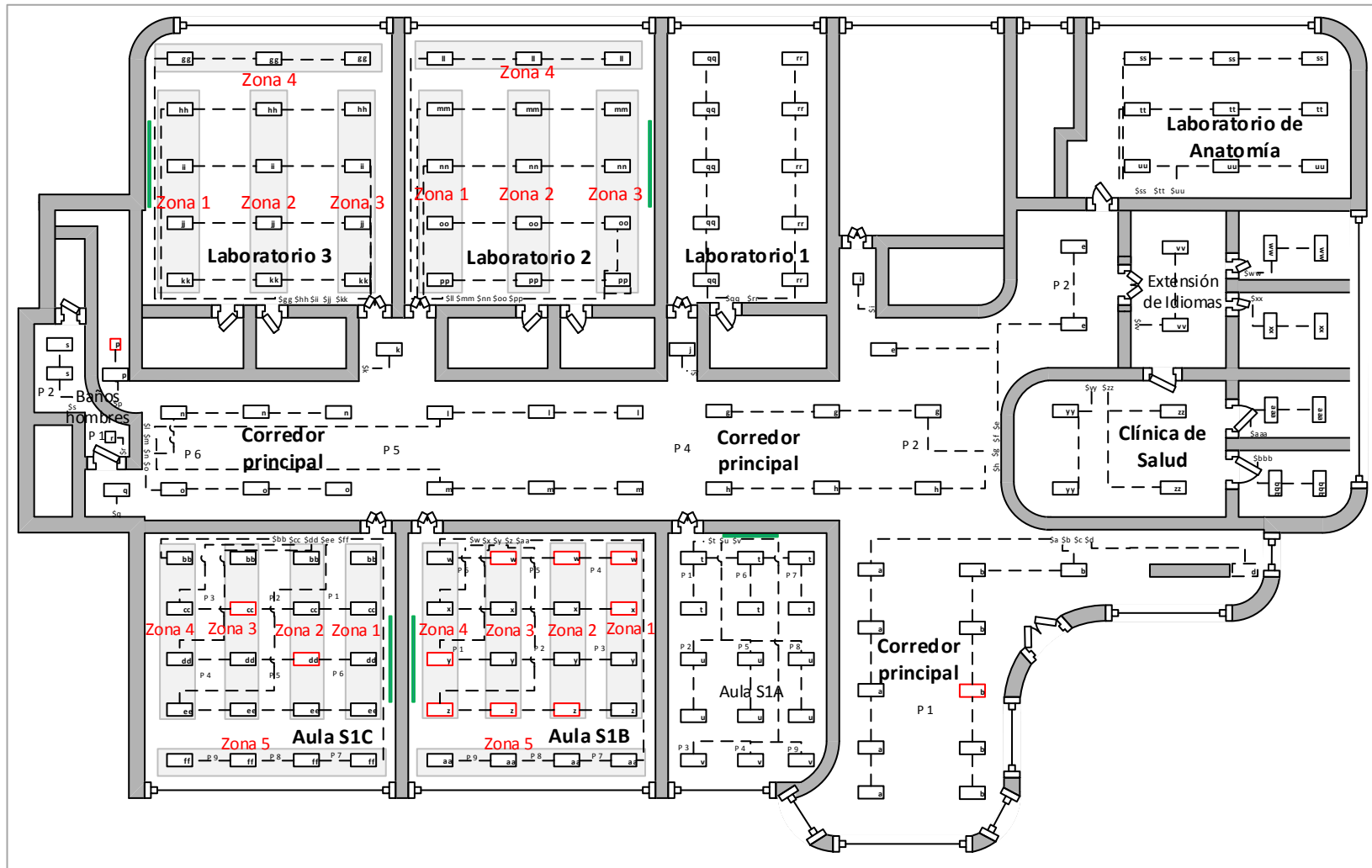
En este nivel se encuentra ubicada la Clínica de Salud, la oficina de Extensión de Idiomas, las Aulas S1A, S1B y S1C que son ocupadas la mayoría del día por alumnos de la carrera de Medicina, también están tres laboratorios que son ocupados únicamente por los alumnos de Medicina, y en este nivel se encuentran los baños para caballeros ubicados al final del corredor principal.

Segundo Nivel

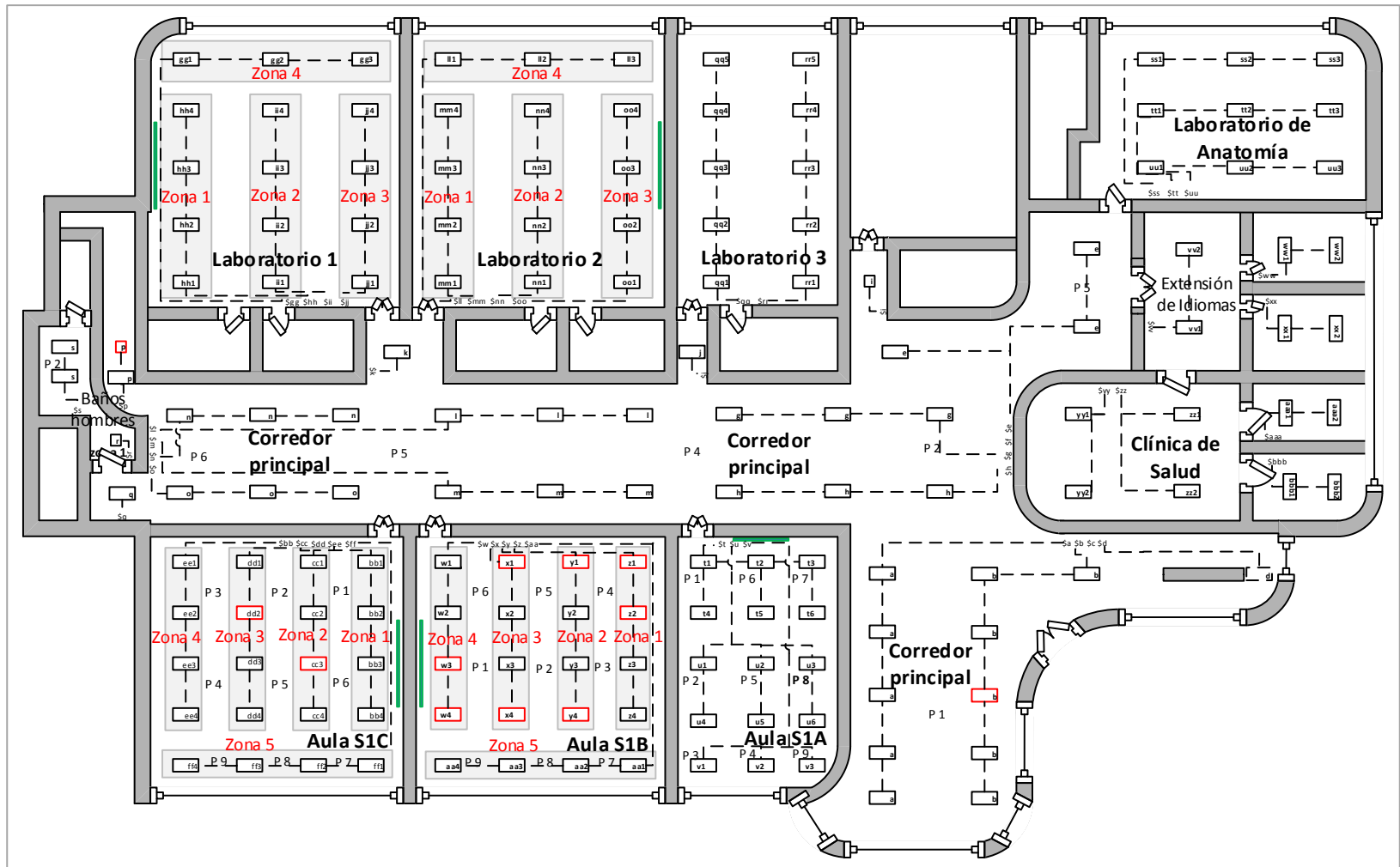
En este nivel se encuentra ubicado el Departamento de Medicina, la Sala de docentes de Medicina, la Unidad de Proyección Social, una oficina del departamento de Psicología, una sala de prácticas del departamento de Psicología, en este nivel se encuentran 9 aulas: S2A, S2B, S2C, S2D, S2E, S2F y la Aula HD que son ocupadas por la mayoría de las carreras de la Facultad, también hay dos aulas que son ocupadas únicamente por los alumnos de la carrera de Medicina, y en este nivel se encuentran ubicados los baños para damas al final del corredor principal.

Todas las áreas descritas en ambos niveles pueden ubicarse en el plano 14 “Primer nivel del edificio de Medicina”, y en el plano 15 “Segundo nivel del edificio de Medicina”. Donde se muestran los circuitos de las luminarias y las disposiciones de estas en las áreas y zonas que constituyen dicho edificio.

Vista de planta del primer nivel del edificio de Medicina

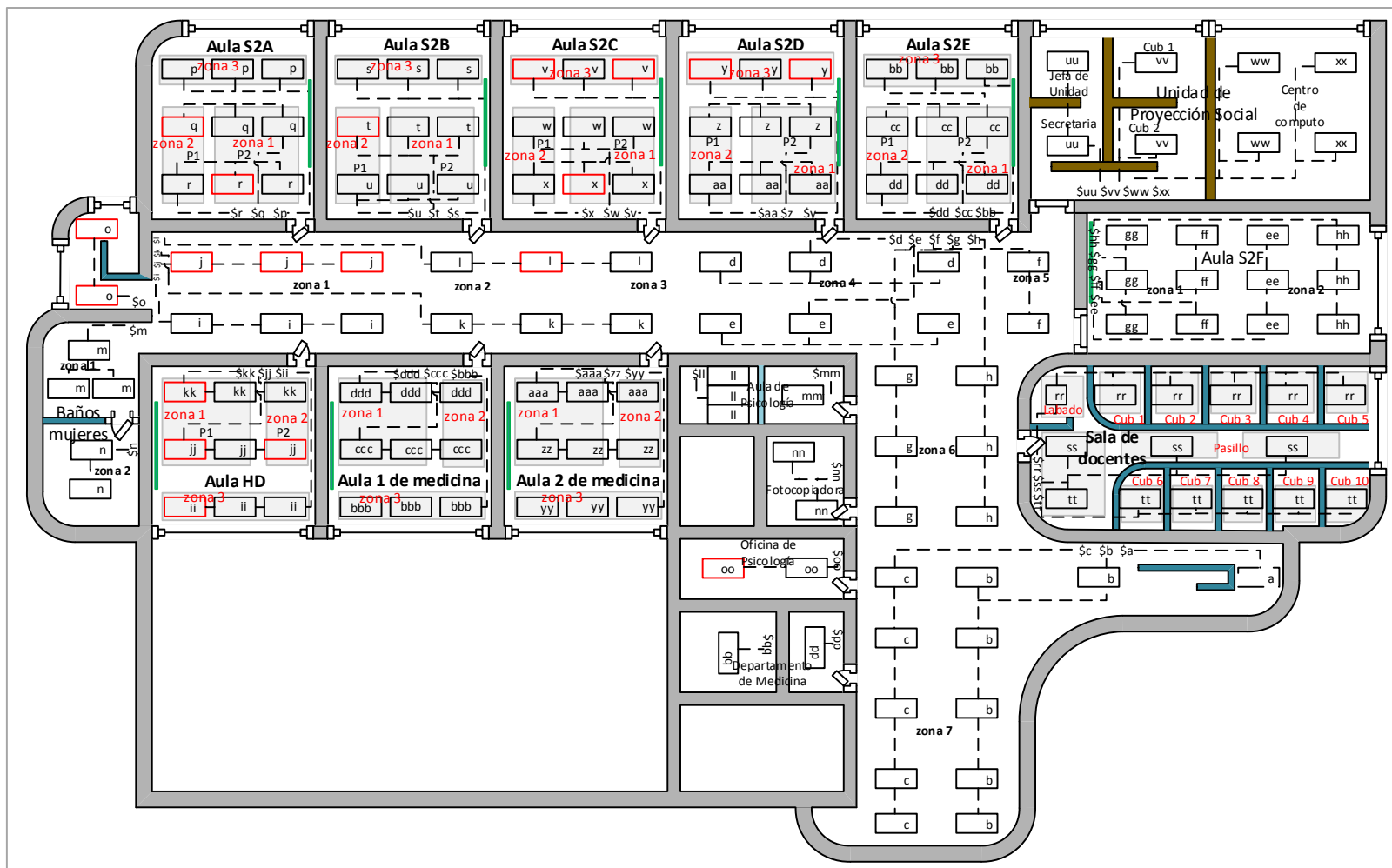


Plano 3.29. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Medicina. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.



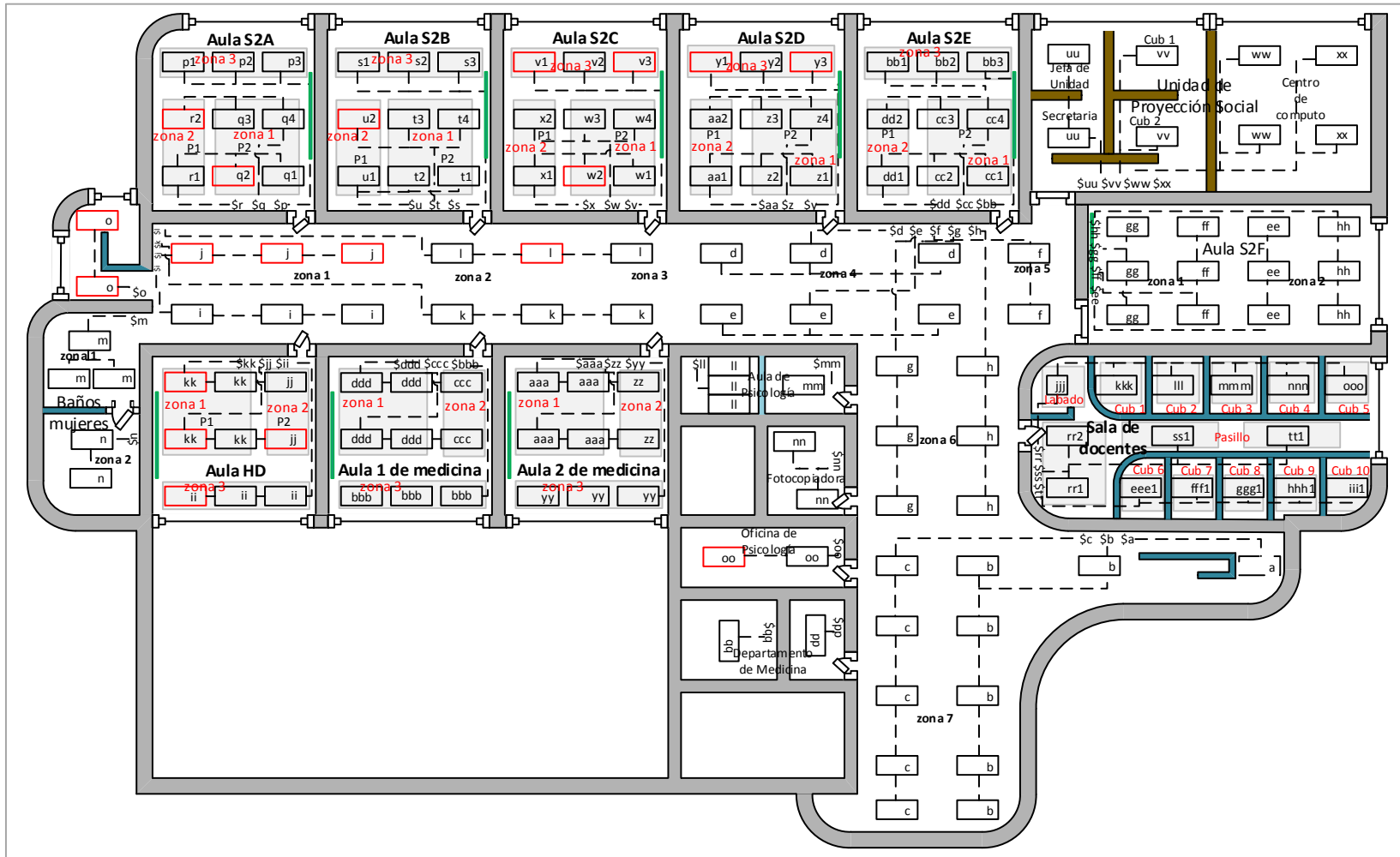
Plano 3.30. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Medicina. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del segundo nivel del edificio de Medicina



Plano 3.31. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio de Medicina. 2^{do} nivel.

Fuente: Propia.



Plano 3.32. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio de Medicina. 2^{do} nivel.
Fuente: Propia.

Carga instalada por iluminación en el edificio de Medicina

El edificio de Medicina cuenta en concepto de carga instalada por iluminación con lámparas de tubos fluorescentes del tipo 6500k FO32w, las cuales tienen una potencia de consumo de 32 watts. Las siguientes tablas presentan un resumen de la carga por luminarias y cantidad de iluminación medida en LUX para cada nivel del edificio de Medicina.

Tabla 3.69. Carga instalada por iluminación en edificio de Medicina, 1^{er} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Pasillo	Punto 1	897	725	577	222	185						32	3.74	
	Punto 2	279	98	220	40	136								
	Punto 3	170	8	165	4	116			39					
	Punto 4	120	17	93	8	73								
	Punto 5	175	13	80	5	133								
	Punto 6	34	19	15	15	146								
Baño Hombres	Punto 1	99	14	84	17	86			3			32	0.29	
	Punto 2	103	40	278	42	246								
Aula S1A	Punto 1	257	9	210	6	258						32	1.44	
	Punto 2	286	20	227	12	257								
	Punto 3	351	84	330	75	250								
	Punto 4	431	158	620	321	223								
	Punto 5	272	28	233	15	272			15					
	Punto 6	219	13	225	7	212								
	Punto 7	234	11	246	6	182								
	Punto 8	219	22	193	24	161								
	Punto 9	178	112	285	270	40								
Aula S1B	Punto 1	104	41	90	33	73						32	2.40	
	Punto 2	152	61	156	45	139								
	Punto 3	215	65	250	55	233								
	Punto 4	47	19	120	18	103								
	Punto 5	38	20	65	17	48			25					
	Punto 6	118	17	153	16	136								
	Punto 7	1016	457	515	420	238								
	Punto 8	502	406	380	256	233								
	Punto 9	1064	410	500	340	212								
Aula S1C	Punto 1	243	15	227	9	210						32	2.40	
	Punto 2	156	17	80	10	63								
	Punto 3	148	19	148	11	131								
	Punto 4	166	47	106	21	89								
	Punto 5	261	44	140	26	123			25					
	Punto 6	93	34	117	45	100								
	Punto 7	725	547	390	268	225								
	Punto 8	466	444	234	113	217								
	Punto 9	1167	291	303	242	231								
Laboratorio 1								15			32	1.44		

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Laboratorio 2										15			32	1.44
Laboratorio 3										10			32	0.96
Laboratorio de Anatomía										9			32	0.86
Extensión de Idiomas										6			32	0.58
Clínica de salud										8			32	0.77
													Total	16.32

Fuente: Propia.

Tabla 3.70. Carga instalada por iluminación en edificio de Medicina, 2^{do} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Pasillo	Punto 1	140	32	101	18	135							32	3.84
	Punto 2	150	35	98	19	116								
	Punto 3	186	36	153	22	153								
	Punto 4	192	57	149	17	138			40					
	Punto 5	160	30	137	14	131								
	Punto 6	255	63	195	40	194								
	Punto 7	725	575	258	326	120								
Baño Mujeres	Punto 1	425	267	354	214	229			3				32	0.288
	Punto 2	263	153	289	115	211								
Aula S2A	Punto 1	583	396	602	412	145			9				32	0.864
	Punto 2	422	287	489	296	136								
Aula S2B	Punto 1	563	357	649	218	158			9				32	0.864
	Punto 2	438	297	544	190	253								
Aula S2C	Punto 1	640	476	360	82	261			9				32	0.864
	Punto 2	460	420	190	84	181								
Aula S2D	Punto 1	702	472	460	310	233			9				32	0.864
	Punto 2	614	425	485	333	227								
Aula S2E	Punto 1	606	385	384	248	206			9				32	0.864
	Punto 2	548	348	398	239	207								
Aula S2F	Punto 1	260	37	173	4	168			12				32	1.152
	Punto 2	440	165	225	38	256								
Aula	Punto 1	739	668	748	497	94			9				32	0.864
	Punto 2	823	670	734	625	136								
Aula de Psicología	Punto 1								4				32	0.384
	Punto 2													
Fotocopiadora	Punto 1								2				32	0.192
	Punto 2													
Oficina Psicología	Punto 1								2				32	0.192
	Punto 2													
Departamento de Medicina	Jefa de departamento Secretaria								2				32	0.192

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Sala de docentes de Medicina	Lavado																				
	Cubículo 1																				
	Cubículo 2																				
	Cubículo 3																				
	Cubículo 4																				
	Cubículo 5																				
	Cubículo 6																				
	Cubículo 7																				
	Cubículo 8																				
	Cubículo 9																				
	Cubículo 10																				
Pasillo																					
Unidad de Proyección Social	Jefa de Unidad																				
	Secretaria																				
	Cubículo 1																				
	Cubículo 2																				
Centro de computo																					
Aula 1 Medicina	Punto 1																				
	Punto 2																				
Aula 2 Medicina	Punto 1																				
	Punto 2																				
																	Total	15.36			

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio de Medicina

Se presenta el resumen de consumo eléctrico por iluminación en edificio de Medicina

Tabla 3.71. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Medicina, 1^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día				
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche							
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh					
\$a	Pasillo			5			32	Var	2.5	1.2		Var	3.5	1.68		Var	2.5	1.2			4.08
\$b	Pasillo			6			32	Var	2.5	1.44		Var	3.5	2.02		Var	2.5	1.44			4.9
\$c	Pasillo							Var		0				0							0
\$d	Pasillo			1			32	Var	2.5	0.24		Var	3.5	0.34		Var	2.5	0.24			0.82
\$e	Pasillo			3			32	Var	2.5	0.72		Var	3.5	1.01		Var	2.5	0.72			2.45
\$f	Pasillo							Var		0				0							0
\$g	Pasillo			3			32	Var	2.5	0.72		Var	3.5	1.01		Var	2.5	0.72			2.45
\$h	Pasillo			3			32	Var	2.5	0.72		Var	3.5	1.01		Var	2.5	0.72			2.45
\$i	Pasillo			1			32	Var	2.5	0.24		Var	3.5	0.34		Var	2.5	0.24			0.82
\$j	Pasillo			1			32	Var	2.5	0.24		Var	3.5	0.34		Var	2.5	0.24			0.82
\$k	Pasillo			1			32	Var	2.5	0.24		Var	3.5	0.34		Var	2.5	0.24			0.82
\$l	Pasillo			3			32	Var	2.5	0.72		Var	3.5	1.01		Var	2.5	0.72			2.45

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

\$m	Pasillo		3		32	Var	2.5	0.72	Var	3.5	1.01	Var	2.5	0.72	2.45
\$n	Pasillo		3		32	Var	2.5	0.72	Var	3.5	1.01	Var	2.5	0.72	2.45
\$o	Pasillo		3		32	Var	2.5	0.72	Var	3.5	1.01	Var	2.5	0.72	2.45
\$p	Pasillo		2		32	Var	2.5	0.48	Var	3.5	0.67	Var	2.5	0.48	1.63
\$q	Pasillo		1		32	Var	2.5	0.24	Var	3.5	0.34	Var	2.5	0.24	0.82
\$r	Baños hombres		1		32			0		3	0.29		1	0.1	0.38
\$s	Baños hombres		2		32			0		3	0.58		1	0.19	0.77
\$t	Aula S1A		6		32	Var	3	1.73	Var	4.5	2.59	Var	2	1.15	5.47
\$u	Aula S1A		6		32	Var	3	1.73	Var	4.5	2.59	Var	2	1.15	5.47
\$v	Aula S1A		3		32	Var	3	0.86	Var	4.5	1.3	Var	2	0.58	2.74
\$w	Aula S1B		5		32	Var	4	1.92	Var	4.5	2.16	Var	2	0.96	5.04
\$x	Aula S1B		5		32	Var	4	1.92	Var	4.5	2.16	Var	2	0.96	5.04
\$y	Aula S1B		5		32	Var	4	1.92	Var	4.5	2.16	Var	2	0.96	5.04
\$z	Aula S1B		5		32	Var	4	1.92	Var	4.5	2.16	Var	2	0.96	5.04
\$aa	Aula S1B		5		32	Var	4	1.92	Var	4.5	2.16	Var	2	0.96	5.04
\$bb	Aula S1C		5		32	Var	2.5	1.2	Var	3.5	1.68	Var	2	0.96	3.84
\$cc	Aula S1C		5		32	Var	2.5	1.2	Var	3.5	1.68	Var	2	0.96	3.84
\$dd	Aula S1C		5		32	Var	2.5	1.2	Var	3.5	1.68	Var	2	0.96	3.84
\$ee	Aula S1C		5		32	Var	2.5	1.2	Var	3.5	1.68	Var	2	0.96	3.84
\$ff	Aula S1C		5		32	Var	2.5	1.2	Var	3.5	1.68	Var	2	0.96	3.84
\$gg	Laboratorio 3		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$hh	Laboratorio 3		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$ii	Laboratorio 3		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$jj	Laboratorio 3		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$kk	Laboratorio 3		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$ll	Laboratorio 2		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$mm	Laboratorio 2		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$nn	Laboratorio 2		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$oo	Laboratorio 2		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$pp	Laboratorio 2		3		32			0	Var	2	0.58			0	0.58
\$qq	Laboratorio 1		5		32			0	Var	2	0.96			0	0.96
\$rr	Laboratorio 1		5		32			0	Var	2	0.96			0	0.96
\$ss	Laboratorio de Anatomía		3		32	Var	2	0.58	Var	0	0			0	0.58
\$tt	Laboratorio de Anatomía		3		32	Var	2	0.58	Var	0	0			0	0.58
\$uu	Laboratorio de Anatomía		3		32	Var	2	0.58	Var	0	0			0	0.58
\$vv	Extensión de Idiomas		2		32	Var	1	0.19	Var	3.5	0.67			0	0.86
\$ww	Extensión de Idiomas		2		32	Var	1	0.19	Var	3.5	0.67			0	0.86
\$xx	Extensión de Idiomas		2		32	Var	1	0.19	Var	3.5	0.67			0	0.86
\$yy	Clínica de Salud		2		32	Var	3.5	0.67	Var	3.5	0.67			0	1.34
\$zz	Clínica de Salud		2		32	Var	3.5	0.67	Var	3.5	0.67			0	1.34
\$aaa	Clínica de Salud		2		32	Var	3.5	0.67	Var	3.5	0.67			0	1.34
\$bbb	Clínica de Salud		2		32	Var	3.5	0.67	Var	3.5	0.67			0	1.34
														Total	108.4

Fuente: Propia.

Tabla 3.72. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio de Medicina, 2^{do} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	Tipo	Hora	kwh	
\$a	Pasillo			1			32	Var	0	0	Var	3	0.29	Var	2.5	0.24	0.53
\$b	Pasillo			6			32	Var	0	0	Var	3	1.73	Var	2.5	1.44	3.17
\$c	Pasillo			5			32	Var	0	0	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	2.64
\$d	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$e	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$f	Pasillo			2			32	Var	0	0	Var	3	0.58	Var	2.5	0.48	1.06
\$g	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$h	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$i	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$j	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$k	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$l	Pasillo			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2.5	0.72	1.58
\$m	Baño Mujeres			3			32	Var	0	0	Var	4	1.15	Var	1	0.29	1.44
\$n	Baño Mujeres			2			32	Var	0	0	Var	4	0.77	Var	1	0.29	0.96
\$o	Gradas			2			32		0	0			0			0	0
\$p	Aula S2A			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$q	Aula S2A			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$r	Aula S2A			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$s	Aula S2B			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$t	Aula S2B			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$u	Aula S2B			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$v	Aula S2C			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$w	Aula S2C			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$x	Aula S2C			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$y	Aula S2D			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$z	Aula S2D			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$aa	Aula S2D			3			32	Var	0	0	Var	3	0.86	Var	2	0.58	1.44
\$bb	Aula S2E			3			32	Var	0	0		3	0.86		2	0.58	1.44
\$cc	Aula S2E			3			32	Var	0	0		3	0.86		2	0.58	1.44
\$dd	Aula S2E			3			32	Var	0	0		3	0.86		2	0.58	1.44
\$ee	Aula S2F			3			32	Var	1	0.29		3.5	1.01		2	0.58	1.87
\$ff	Aula S2F			3			32	Var	1	0.29		3.5	1.01		2	0.58	1.87
\$gg	Aula S2F			3			32	Var	1	0.29		3.5	1.01		2	0.58	1.87
\$hh	Aula S2F			3			32	Var	1	0.29		3.5	1.01		2	0.58	1.87
\$ii	Aula HD			3			32	Var	0	0		0	0		2	0.58	0.58
\$jj	Aula HD			3			32	Var	0	0		0	0		2	0.58	0.58
\$kk	Aula HD			3			32	Var	0	0		0	0		2	0.58	0.58
\$ll	Aula de Psicología			3			32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$mm	Aula de Psicología			1			32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$nn	Fotocopiadora			2			32	Var	4	0.77		3	0.58		0	0	1.34
\$oo	Oficina de Psicología			2			32	Var	4	0.77		3	0.58		0	0	1.34
\$pp	Departamento de Medicina			6			32	Var	4	2.3		3	1.73		0	0	4.03
\$qq	Departamento de Medicina			4			32	Var	4	1.54		3	1.15		0	0	2.69

Continúa en la página siguiente

Continuación de tabla anterior

\$rr	Sala de docentes de Medicina		6		32	Var	0	0		3	1.73		0	0	1.73
\$ss	Sala de docentes de Medicina		4		32	Var	0	0		3	1.15		0	0	1.15
\$tt	Sala de docentes de Medicina		5		32	Var	0	0		3	1.44		0	0	1.44
\$uu	Unidad de Proyección Social		2		32	Var	0	0		3	0.58		0	0	0.58
\$vv	Unidad de Proyección Social		2		32	Var	0	0		3	0.58		0	0	0.58
\$ww	Unidad de Proyección Social		2		32	Var	0	0		3	0.58		0	0	0.58
\$xx	Unidad de Proyección Social		2		32	Var	0	0		3	0.58		0	0	0.58
\$yy	Aula 1 de Medicina		3		32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$zz	Aula 1 de Medicina		3		32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$aaa	Aula 1 de Medicina		3		32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$bbb	Aula 2 de Medicina		3		32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$ccc	Aula 2 de Medicina		3		32	Var	0	0		0	0		0	0	0
\$ddd	Aula 2 de Medicina		3		32	Var	0	0		0	0		0	0	0
													Total	69.31	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.8. Consumo por iluminación en el edificio Bunker

Este edificio es uno de los de mayor antigüedad en la Facultad, se compone de tres niveles en los cual se imparten clases a los alumnos de las diferentes carreras de la Facultad.

Primer Nivel

En este nivel se encuentran ubicadas las aulas 1A y 1B, este nivel también cuenta con baños para hombres y para mujeres.

Segundo Nivel

Este nivel cuenta con las aulas 2A y 2B, cuenta también con baños para hombres y mujeres.

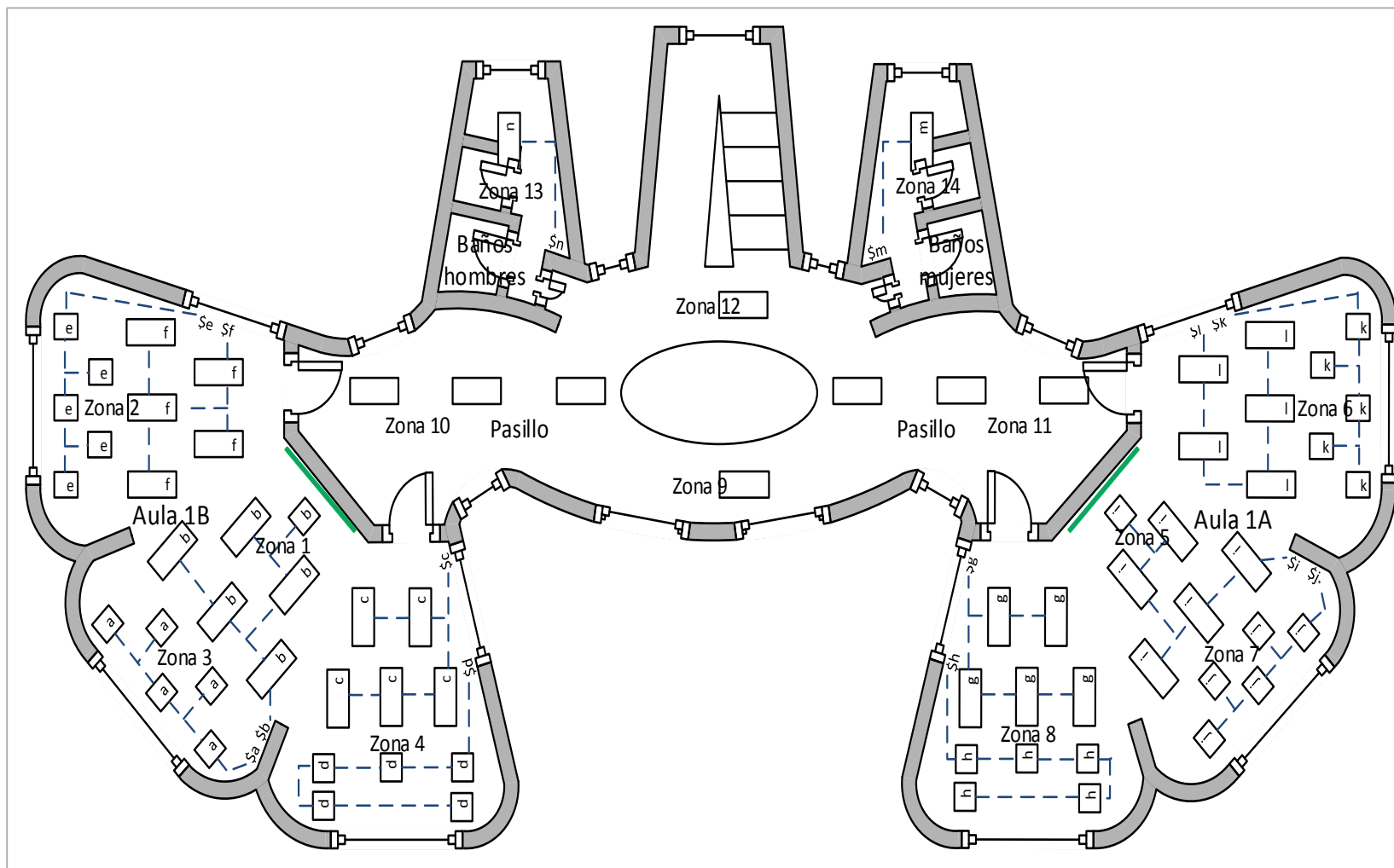
Tercer Nivel

En este nivel se encuentran el aula 3A y el aula 3B, este nivel cuenta también con baños para hombres y mujeres.

Todas las áreas descritas en los tres niveles pueden ubicarse en el plano 3.33 “Circuito eléctrico actual en iluminación del edificio Bunker. 1^{er} nivel”, en el plano 3.34 “Circuito eléctrico actual en iluminación del edificio Bunker. 2^{do} nivel”, y en el plano 3.35 “Circuito eléctrico actual en iluminación del edificio Bunker. 3^{er} nivel”. Además se muestran los circuitos de las luminarias y las disposiciones de las áreas y zonas que constituyen dicho edificio. Los planos no están a escala.

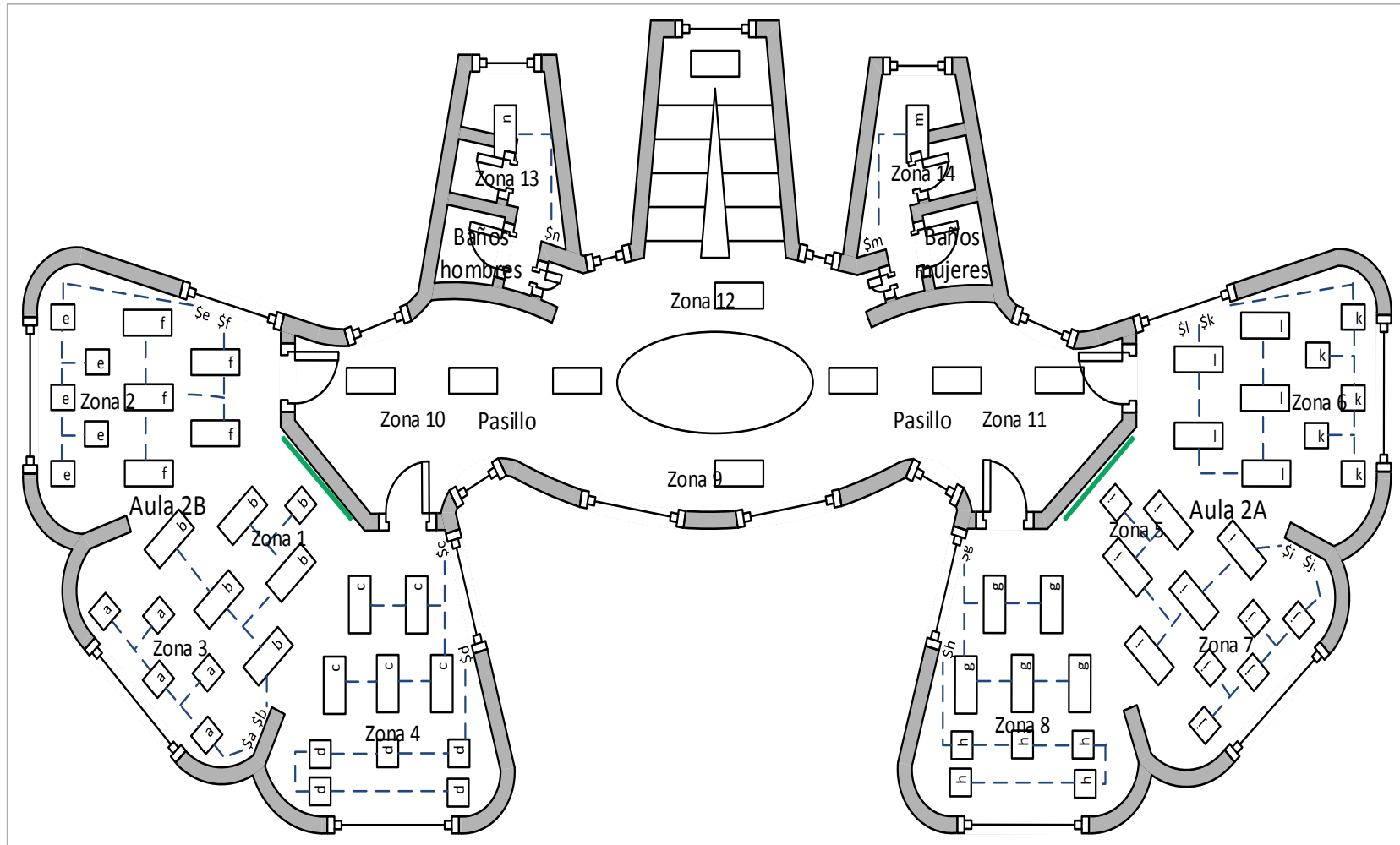
Para el edificio Bunker solo se presentan los planos de los circuitos eléctricos actuales, pues se considera que los circuitos están bien distribuidos según las actividades que se desarrollan en éste y no se propone ninguna reorganización de los circuitos eléctricos de luminarias en este edificio, ya que en el análisis presentado en la siguiente parte se detalla que la distribución actual de luminarias contribuye al ahorro de electricidad.

Vista de planta del primer nivel del edificio Bunker



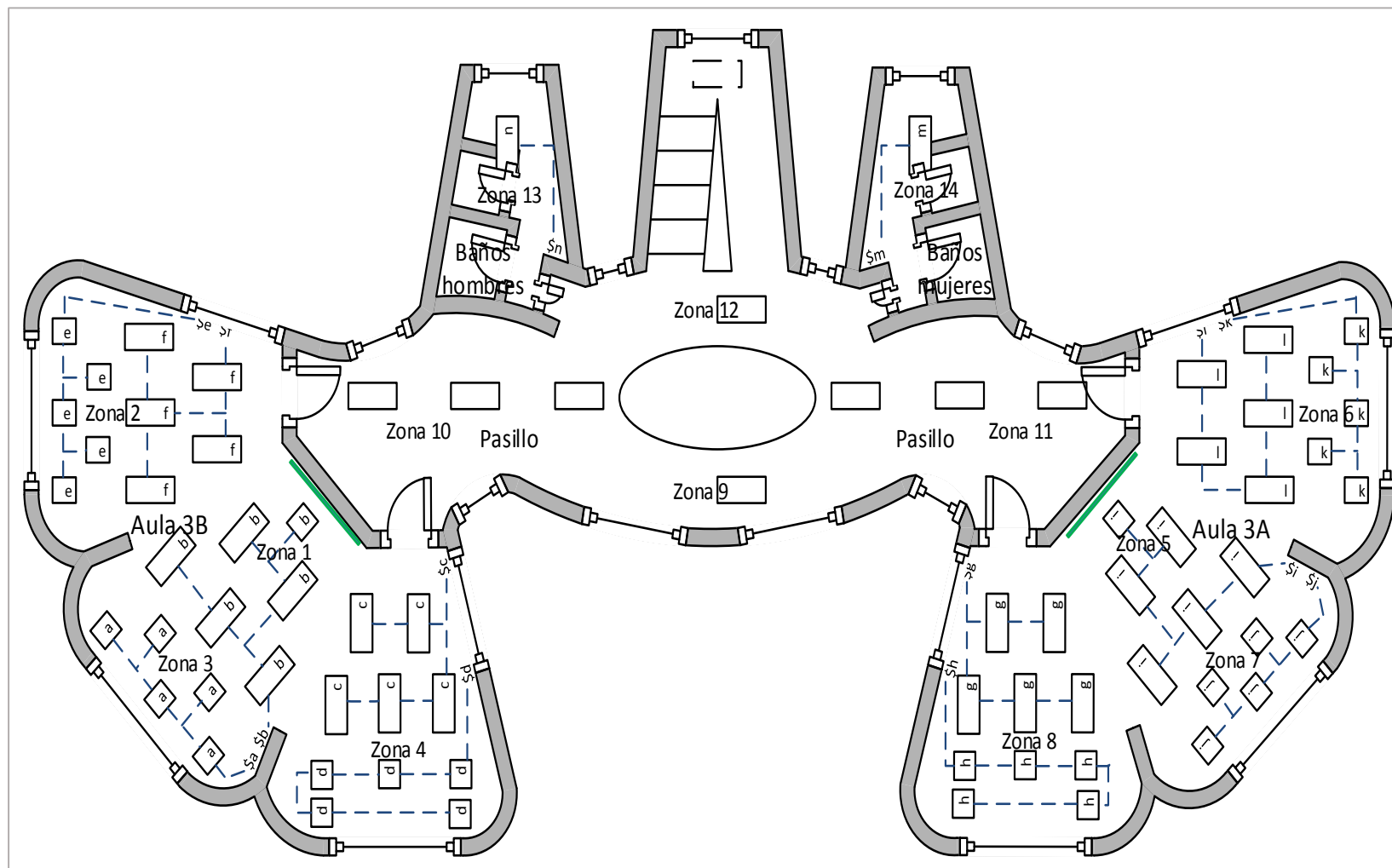
Plano 3.33. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Bunker. 1^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Vista de planta del segundo nivel del edificio Bunker



Plano 3.34. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Bunker. 2^{do} nivel.
Fuente Propia

Vista de planta del tercer nivel del edificio Bunker



Plano 3.35. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Bunker. 3^{er} nivel.
Fuente: Propia.

Carga instalada por iluminación en el edificio Bunker

El edificio Bunker tiene en concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas con potencia de consumo de 32 watts. Las siguientes tablas presentan un resumen de la carga por luminarias y cantidad de iluminación medida en LUX para cada aula del edificio.

Tabla 3.73. Carga instalada por iluminación en edificio Bunker, 1^{er} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula 1B	Punto 1	302	126	270	65	134						32	2.98	
	Punto 2	1348	108	380	92	250								
	Punto 3	520	361	230	90	210			31					
	Punto 4	1008	257	440	70	322								
Aula 1A	Punto 5	412	57	486	60	376						32	2.98	
	Punto 6	259	77	258	62	198								
	Punto 7	138	103	194	129	89			31					
	Punto 8	297	109	440	65	221								
Pasillo	Punto 9		113		77	46						32	0.77	
	Punto 10		138		79	43								
	Punto 11		82		62	54			8					
	Punto 12		80		60	46								
Baños Hombres	Punto 13	391	124	300	50	226			1			32	0.1	
Baños Mujeres	Punto 14	198	45	285	42	260			1			32	0.1	
											Total	6.91		

Fuente: Propia.

Tabla 3.74. Carga instalada por iluminación en edificio Bunker, 2^{do} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula 2B	Punto 1	354	135	380	72	358						32	2.98	
	Punto 2	1415	921	515	220	351								
	Punto 3	725	394	399	67	296			31					
	Punto 4	344	104	500	52	347								
Aula 2A	Punto 5	422	65	475	60	325						32	2.98	
	Punto 6	300	222	658	133	300								
	Punto 7	164	100	227	65	338			31					
	Punto 8	320	117	357	68	280								
Pasillo	Punto 9		165		74	228						32	0.77	
	Punto 10		154		63	257								
	Punto 11		122		60	209			8					
	Punto 12		142		52	232								
Baños Hombres	Punto 13								1			32	0.1	
Baños Mujeres	Punto 14	206	48	347	45				1			32	0.1	
											Total	6.91		

Fuente: Propia.

Tabla 3.75. Carga instalada por iluminación en edificio Bunker, 3^{er} nivel.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula 3B	Punto 1	430	138	445	92	363							32	2.98
	Punto 2	1940	1895	367	153	348								
	Punto 3	1026	763	340	67	309			31					
	Punto 4	449	170	280	115	347								
Aula 3A	Punto 5	403	113	315	56	325							32	2.98
	Punto 6	450	242	400	170	305								
	Punto 7	365	107	300	229	338			31					
	Punto 8	409	182	268	97	280								
Pasillo	Punto 9		470		174	230							32	0.77
	Punto 10		312		139	266								
	Punto 11		157		93	211			8					
	Punto 12		436		67	231								
Baños Hombres	Punto 13									1			32	0.1
Baños Mujeres	Punto 14									1			32	0.1
												Total	6.91	

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio Bunker

Se presenta el resumen del consumo de energía eléctrica por iluminación del edificio Bunker.

Tabla 3.76. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio Bunker, 1^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Aula 1B	5					32			0			0			0	0
\$b	Aula 1B	1		5			32			0	Var	2.5	1.28	Var	2.5	1.28	2.56
\$c	Aula 1B			5			32			0	Var	2.5	1.2	Var	2.5	1.2	2.4
\$d	Aula 1B	5					32			0			0			0	0
\$e	Aula 1B	5					32			0			0			0	0
\$f	Aula 1B			5			32	Var	2	0.96	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.6
\$g	Aula 1A			5			32	Var	2	0.96	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.6
\$h	Aula 1A	5					32			0			0			0	0
\$i	Aula 1A	1		5			32	Var	2.5	1.28	Var	3	1.54		2.5	1.28	4.1
\$j	Aula 1A	5					32			0			0			0	0
\$k	Aula 1A	5					32			0			0			0	0
\$l	Aula 1A			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
	Pasillo			8			32			0			0	Var	2.5	1.92	1.92
\$m	Baños Mujeres			1			32			0	Var	1	0.1	Var	2.5	0.24	0.34
\$n	Baños Hombres			1			32			0	Var	1	0.1	Var	2.5	0.24	0.34
												Total	22.69				

Fuente: Propia.

Tabla 3.77. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio Bunker, 2^{do} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Aula 2B	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$b	Aula 2B	1		5			32	Var	2.5	1.28	Var	3	1.54	Var	2.5	1.28	4.1
\$c	Aula 2B			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
\$d	Aula 2B	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$e	Aula 2B	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$f	Aula 2B			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
\$g	Aula 2A			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
\$h	Aula 2A	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$i	Aula 2A	1		5			32	Var	2.5	1.28	Var	3	1.54	Var	2.5	1.28	4.1
\$j	Aula 2A	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$k	Aula 2A	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$l	Aula 2A			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
	Pasillo			8			32			0			0	Var	2.5	1.92	1.92
\$m	Baños Mujeres			1			32			0	Var	1	0.1	Var	2.5	0.24	0.34
\$n	Baños Hombres			1			32			0			0			0	0
Total																26.77	

Fuente: Propia.

Tabla 3.78. Consumo de energía eléctrica por iluminación en edificio Bunker, 3^{er} nivel.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Aula 3B	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$b	Aula 3B	1		5			32	Var	2	1.02	Var	3	1.54	Var	2.5	1.28	3.84
\$c	Aula 3B			5			32	Var	2	0.96	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.6
\$d	Aula 3B	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$e	Aula 3B	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$f	Aula 3B			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
\$g	Aula 3A			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
\$h	Aula 3A	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$i	Aula 3A	1		5			32	Var	2.5	1.28	Var	3	1.54	Var	2.5	1.28	4.1
\$j	Aula 3A	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$k	Aula 3A	5					32			0			0	Var	1	0.16	0.16
\$l	Aula 3A			5			32	Var	2.5	1.2	Var	3	1.44	Var	2.5	1.2	3.84
	Pasillo			8			32			0			0	Var	2.5	1.92	1.92
\$m	Baños Mujeres			1			32			0			0		0	0	0
\$n	Baños Hombres			1			32			0			0		0	0	0
Total																25.94	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.9. Consumo por iluminación en Aulas Externas, Unidad de Post Grado, AGEFMO, ASEPS y Deportes

Se describen cada una de los edificios y áreas a continuación:

Laboratorio 2 de Física: Área utilizada para la realización de parciales, laboratorios prácticos y clases para los alumnos de la Facultad.

Deportes: Área de gimnasios de pesas, Taekwondo, utilizados por estudiantes y docentes de la Facultad.

Bodega de Física: Aquí se guarda equipo utilizado para clases prácticas del departamento de Física.

Aula 9 y Aula de Letras: Aulas utilizadas por los estudiantes de Literatura y Letras.

ASEPS: Asociación de Estudiantes de Psicología, encargada de velar por los derechos de los estudiantes de Psicología.

Unidad de Post Grado: Área encargada de dar información así como en la realización de trámites para la realización de maestrías.

AGEFMO: Asociación General de Estudiantes de la UES FMOcc, encargada de velar por el bien de los derechos de los estudiantes.

Aula M3: Aula en la que se imparten clases a estudiantes de diferentes carreras.

Aulas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 12: Aulas utilizadas para impartir clases al sector estudiantil de la Facultad.

Baños: Baños públicos de la Facultad.

Quiosco 1: Área común utilizada por estudiantes para estudio y la realización de otras actividades.

Todas las áreas descritas en los tres niveles pueden ubicarse en el plano 19A “Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externa 6, 7, 8, 9 y M3”, y en el plano 20A “Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externa 4, 5, 11 y 12”. Además se muestran los circuitos de las luminarias y las disposiciones de las áreas y zonas que constituyen dicho edificio. Los planos no están a escala.

Vista de planta del sector conformado por las Aulas 6, 7, 8, 9 y M3, Laboratorio 2 de Física, Deportes, Unidad de Post Grado, AGEFMO y ASEPS

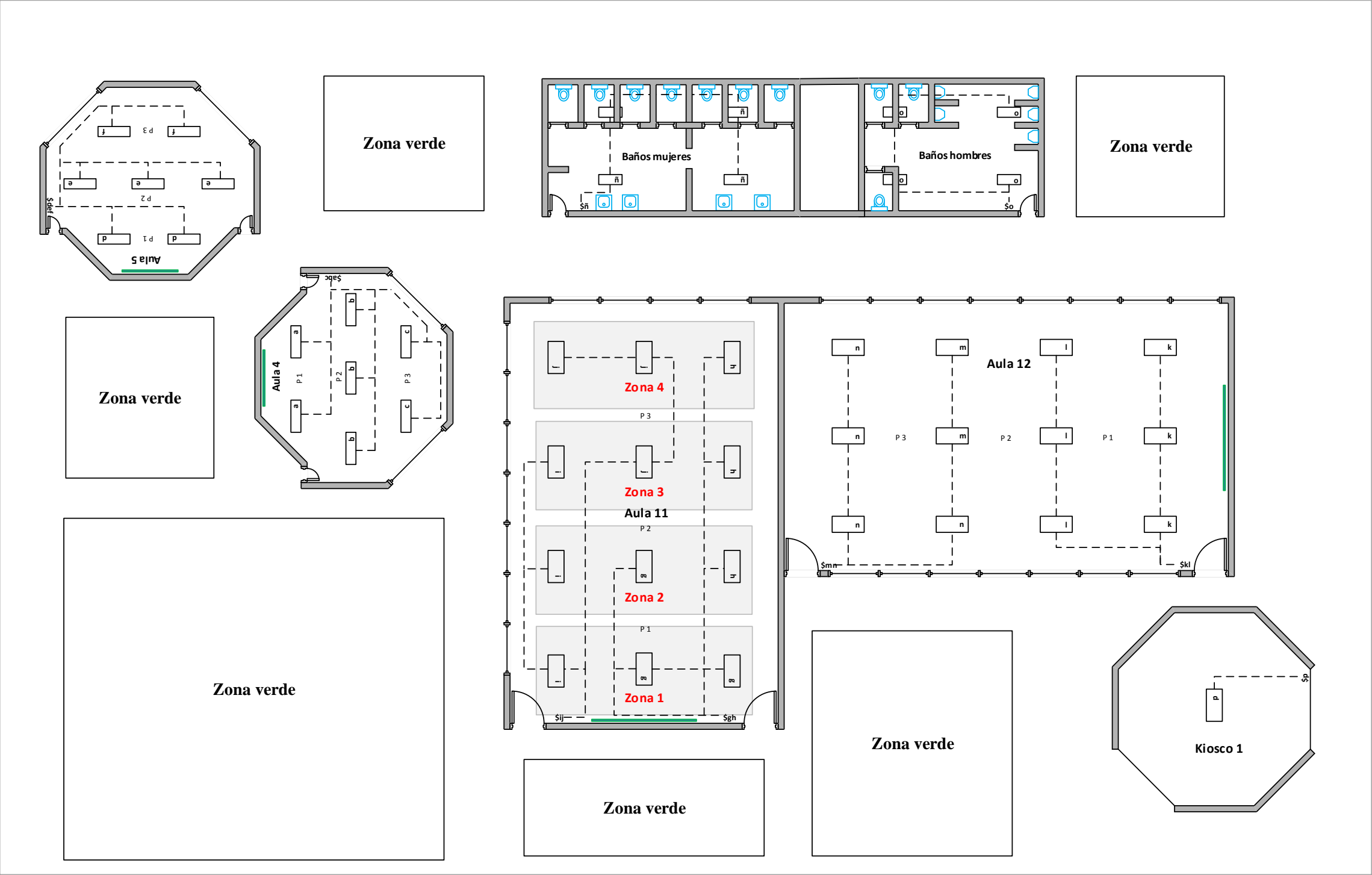


Plano 3.36. Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externas 6, 7, 8, 9 y M3.
Fuente: Propia.

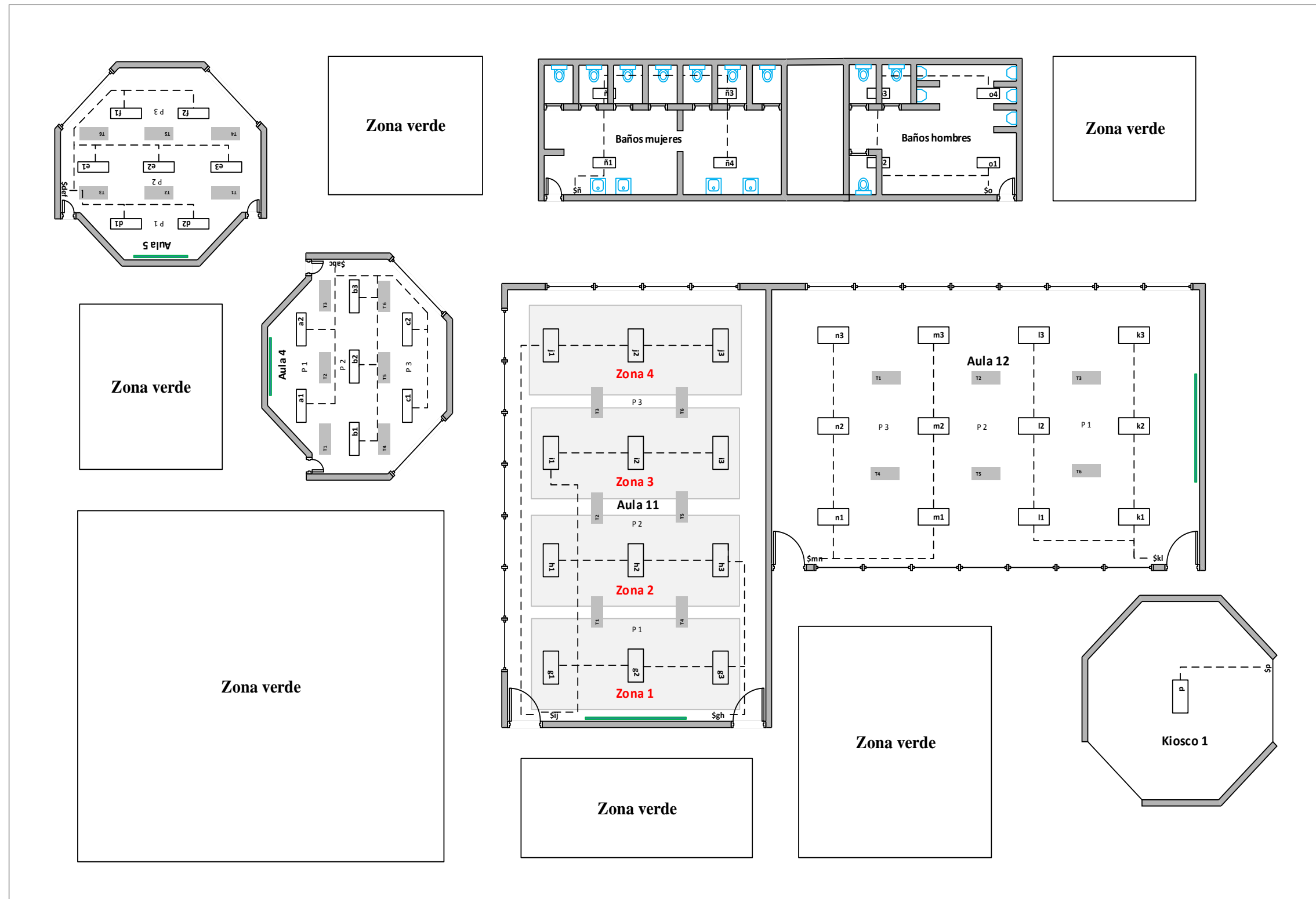


Plano 3.37. Circuito eléctrico propuesto en luminarias de Aulas externas 6, 7, 8, 9 y M3.
Fuente: Propia.

Vista de planta del sector conformado por las Aulas 4, 5, 11 y 12, Baños Públicos y Quiosco 1



Plano 3.38. Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externas 4, 5, 11 y 12.
Fuente: Propia.



Plano 3.39. Circuito eléctrico propuesto en luminarias de Aulas externas 4, 5, 11 y 12.
Fuente: Propia.

Carga instalada por luminaria Deportes, ASEPS, Unidad de Post-Grado y otros

Este sector de aulas, Unidad de Post Grado, AGEFMO, ASEPS y Deportes en concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, tiene lámparas de tubos fluorescentes del tipo 6500k FO32w las cuales tienen una potencia de consumo de 32 watts y focos incandescentes de 60 watts. En la siguiente tabla se presenta un resumen de la carga por luminarias y cantidad de luz medida en LUX para cada una de las aulas y otras áreas.

Tabla 3.79. Carga instalada por iluminación en Deportes, ASEPS y Unidad de Postgrado.

Área	LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Laboratorio 2 de Física								8				32	0.51
Pesas								4				32	0.26
Oficina de deportes								2				32	0.13
Baños											3	60	0.18
Taekwondo								8				32	0.51
Bodega de Física								3				32	0.19
Aula de Letras								2				32	0.13
ASEPS								3				32	0.19
Unidad de Post Grado								4				32	0.26
											Total	2.36	

Fuente: Propia.

Tabla 3.80. Carga instalada por iluminación en Aulas externas 6, 7, 8 y M3.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW	
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos			
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos				
Aula 6	Punto 1	457	252	445	244	183							32	0.96	
	Punto 2	440	203	428	195	261			10						
	Punto 3	315	114	303	106	202									
Aula 7	Punto 1	206	89	194	81	131						36	32	1.30	
	Punto 2	146	50	134	42	95				9					
	Punto 3	106	44	94	36	95									
Aula 8	Punto 1	186	87	174	79	151						32	1.28		
	Punto 2	307	142	295	134	203				10					
	Punto 3	345	137	333	129	228									
Aula M3	Punto 1	173	58	161	50	153		4				32	0.29		
	Punto 2	125	63	113	55	145									
											Total	3.82			

Fuente: Propia.

Tabla 3.81. Carga instalada por iluminación en AGEFMO.

Área	LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
	Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
	CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
AGEFMO	503	352	527	431					1			32	0.1
												Total	0.1

Fuente: Propia.

Tabla 3.82. Carga instalada por iluminación en Aulas Externas 4, 5, 11 y 12.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Aula 4	Punto 1	225	58	213	50	197							32	0.504
	Punto 2	361	125	349	117	180		7						
	Punto 3	370	145	358	137	178								
Aula 5	Punto 1	205	47	193	39	161							32	0.504
	Punto 2	440	284	428	276	214		7						
	Punto 3	487	302	475	294	205								
Aula 11	Punto 1	177	83	165	75	140							32	1.536
	Punto 2	271	113	259	105	100				12				
	Punto 3	237	140	225	132	36								
Aula 12	Punto 1	240	68	228	60	208							32	1.536
	Punto 2	233	63	221	55	130				12				
	Punto 3	276	64	264	56	340								
												Total	4.08	

Fuente: Propia.

Tabla 3.83. Carga instalada por iluminación en Baños.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Baños	Baños Mujeres	491	306	460	288	251		4					32	0.13
	Baños Hombres	502	412	489	350	275		4					32	0.13
												Total	0.26	

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por iluminación en Deportes, ASEPS, Unidad de Post-Grado y otros

Se presenta el resumen del consumo de energía eléctrica por iluminación en Deportes, ASEPS, unidad de Post-Grado y otros.

Tabla 3.84. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Deportes, ASEPS y Postgrado.

Área	Apagador	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
Laboratorio 2 Física	\$e		4				32			0	Fijo	2	0.5			0	0.51
	\$f		3				32			0	Fijo	2	0.4			0	0.38
	\$g		1				32			0	Fijo	2	0.1			0	0.13
Pesas	\$n		2				32	Fijo	2	0.3	Fijo	2	0.3			0	0.51
	\$i		1				32	Fijo	2	0.1	Fijo	2	0.1			0	0.26
Oficina	\$n		2				32	Fijo	2	0.3	Fijo	2	0.3			0	0.51
Baños	\$p		1				32	Fijo		0	Fijo		0			0	0
	\$o		2				32	Fijo		0	Fijo		0			0	0
Taekwondo	\$j		3				32	Fijo	2	0.4	Fijo	2	0.4			0	0.77
	\$k		2				32	Fijo	2	0.3	Fijo	2	0.3			0	0.51
	\$l		3				32	Fijo	2	0.4	Fijo	2	0.4			0	0.77
Bodega Física	\$m		3				32	Fijo	2	0.4	Fijo	2	0.4			0	0.77
Aula letras	\$r		2				32	Fijo	3	0.4	Fijo	3	0.4			0	0.77
ASEPS	\$s		1				32			0			0			0	0
	\$t		1				32			0			0			0	0
	\$u		1				32			0			0			0	0
Unidad de Post Grado	\$v		1				32	Fijo	4	0.3	Fijo	4	0.3			0	0.51
	\$w		1				32	Fijo	4	0.3	Fijo	4	0.3			0	0.51
	\$x		2				32	Fijo	4	0.5	Fijo	4	0.5			0	1.02
Total															7.94		

Fuente: Propia.

Tabla 3.85. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Aulas externas 6, 7, 8 y M3.

Área	Apagador	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
Aula 6	\$kk			1			32	Var	3	0.29	Var	4	0.38	Var	3	0.29	0.96
	\$ll			2			32	Var	3	0.58	Var	4	0.77	Var	3	0.58	1.92
	\$mm			1			32	Var	3	0.29	Var	4	0.38	Var	3	0.29	0.96
	\$nn			1			32	Var	3	0.29	Var	4	0.38	Var	3	0.29	0.96
	\$oo			2			32	Var	3	0.58	Var	4	0.77	Var	3	0.58	1.92
	\$pp			1			32	Var	3	0.29	Var	4	0.38	Var	3	0.29	0.96
	\$qq			1			32	Var	3	0.29	Var	4	0.38	Var	3	0.29	0.96
	\$rr			1			32	Var	3	0.29			0	Var	3	0.29	0.58
Aula 7	\$bb				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$cc				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$dd				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$ee				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$ff				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$gg				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$hh				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
	\$ii				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28
\$jj				1		32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	3	0.38	1.28	

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Aula 8	\$y				3		32	Var	3.5	1.34	Var	4	1.54	Var	3	1.15	4.03
	\$z				4		32	Var	3.5	1.79	Var	4	2.05	Var	3	1.54	5.38
	\$aa				3		32	Var	3.5	1.34	Var	4	1.54	Var	3	1.15	4.03
Aula M3	\$a		2				32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	2	0.26	1.15
	\$b		2				32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	2	0.26	1.15
	\$c		2				32	Var	3	0.38	Var	4	0.51	Var	2	0.26	1.15
	\$d		2				32	Var		0	Var		0	Var	2	0.26	0.26
Total																37.89	

Fuente: Propia.

Tabla 3.86. Consumo de energía eléctrica por iluminación en AGEFMO.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	AGEFMO			1			32		0	0	Var	2	0.192		0	0	0.192
Total																0.19	

Fuente: Propia.

Tabla 3.87. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Aulas Externas 4, 5, 11 y 12.

Aula	Apagador	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
Aula 4	\$d		2				32	Var	4	0.51	Var	3	0.38	Var	3	0.38	1.28
	\$e		3				32	Var	4	0.77	Var	3	0.58	Var	3	0.58	1.92
	\$f		2				32	Var	4	0.51	Var	3	0.38	Var	3	0.38	1.28
Aula 5	\$a		2				32	Var	3	0.38	Var	2	0.26	Var	3	0.38	1.02
	\$b		3				32	Var	3	0.58	Var	2	0.38	Var	3	0.58	1.54
	\$c		2				32	Var	3	0.38				Var	3	0.38	0.77
Aula 11	\$g				3		32	Var	2	0.77	Var	3	1.15	Var	2	0.77	2.69
	\$h				3		32	Var	2	0.77	Var	3	1.15	Var	2	0.77	2.69
	\$i				3		32	Var	2	0.77	Var	3	1.15	Var	2	0.77	2.69
	\$j				3		32			0				Var	2	0.77	0.77
Aula 12	\$k				3		32	Var	2	0.77	Var	3	1.15	Var	2	0.77	2.69
	\$l				3		32	Var	2	0.77	Var	3	1.15	Var	2	0.77	2.69
	\$m				3		32	Var	2	0.77	Var	3	1.15	Var	2	0.77	2.69
	\$n				3		32			0				Var	2	0.77	0.77
Total																25.47	

Fuente: Propia.

Tabla 3.88. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Baños.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Baños de Mujeres	4					32	Var	4	0.51	Var	4	0.51	Fijo	2	0.26	1.28
\$b	Baños de Hombres	4					32		4	0.51		4	0.51		2	0.26	1.28
Total																2.56	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.2.10. Consumo por iluminación en el edificio Instituto de Agua, talleres y cafetines

Se describen cada una de los edificios y áreas a continuación:

Instituto del Agua

Es el edificio donde se realizan estudios de agua para instituciones o empresas que requieran este tipo de servicio. Este edificio está compuesto por tres oficinas, cuatro laboratorios, tres baños, una sala de conferencias y una bodega de insumos químicos.

La entrada principal conlleva al pasillo 1, el cual conduce a la oficina 1 al lado izquierdo de la entrada y al lado derecho conduce a la oficina 2. Después se tiene el pasillo 2, el cual conduce a la sala de conferencias y también conduce a los baños, al lado derecho se tiene el pasillo 3 el cual lleva a los laboratorios 1, 2, 3 y 4, al fondo del pasillo 3 lleva a un cuarto con baños.

Cafetines

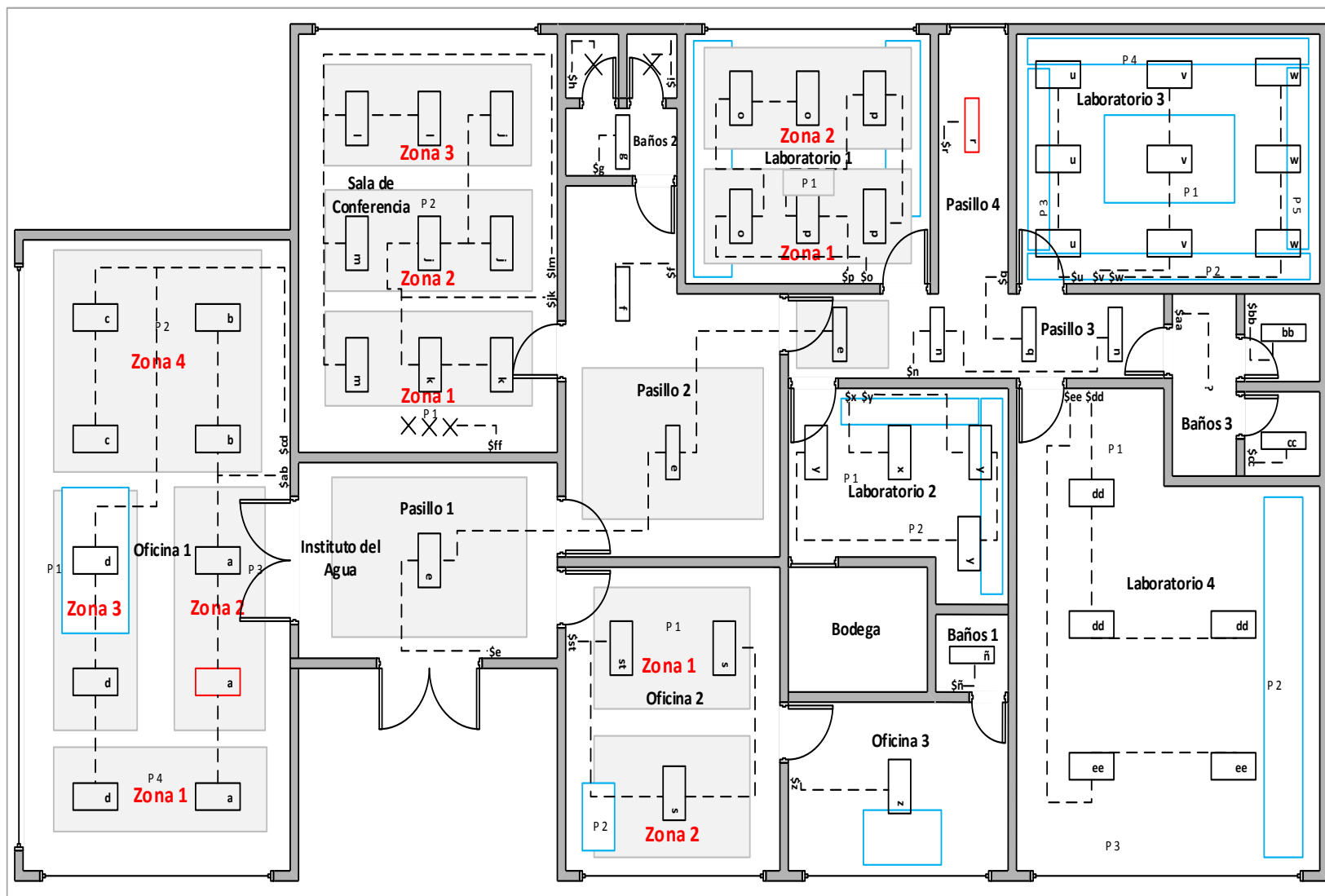
Ubicados a un costado de la cancha de futbol. El área está dividida por dos cafetines dentro de ellos está el área de cocina y al frente del área de ventas se encuentra el área de las mesas, donde los clientes luego de haber comprado los productos pueden sentarse en las mesas a consumirlos.

Taller Industrial

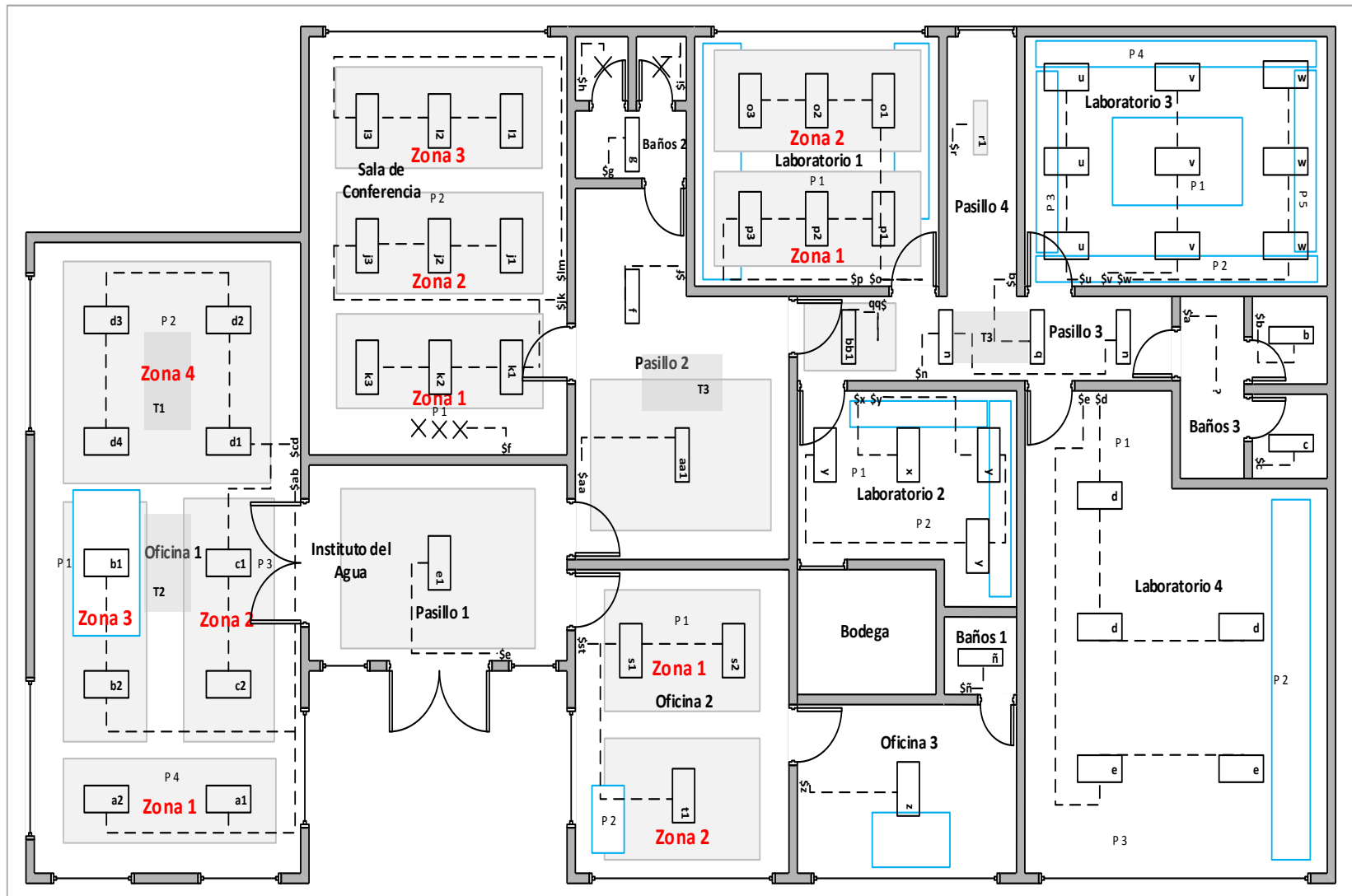
Este taller es utilizado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial para realizar las prácticas de tecnología, en este se encuentran soldadores eléctricos, soldador oxiacetilénico, taladros de columna, esmeriles y un torno. El taller está dividido en dos áreas, el área 1 en la cual están ubicadas dos mesas de trabajo, tres soldadores eléctricos, dos taladros de columna y dos esmeriles; y en el área 2 están ubicadas dos mesas de trabajo, un torno, un cuarto pequeño que se ocupa como bodega y un servicio sanitario.

Todas las áreas descritas pueden ubicarse en el plano 21A “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Instituto de Agua” y 22A “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Taller Industrial y Cafetines”. Además se muestran los circuitos de las luminarias y las disposiciones de las zonas que constituyen dicho edificio. Los planos no están a escala.

Vista de planta del edificio Instituto de Agua

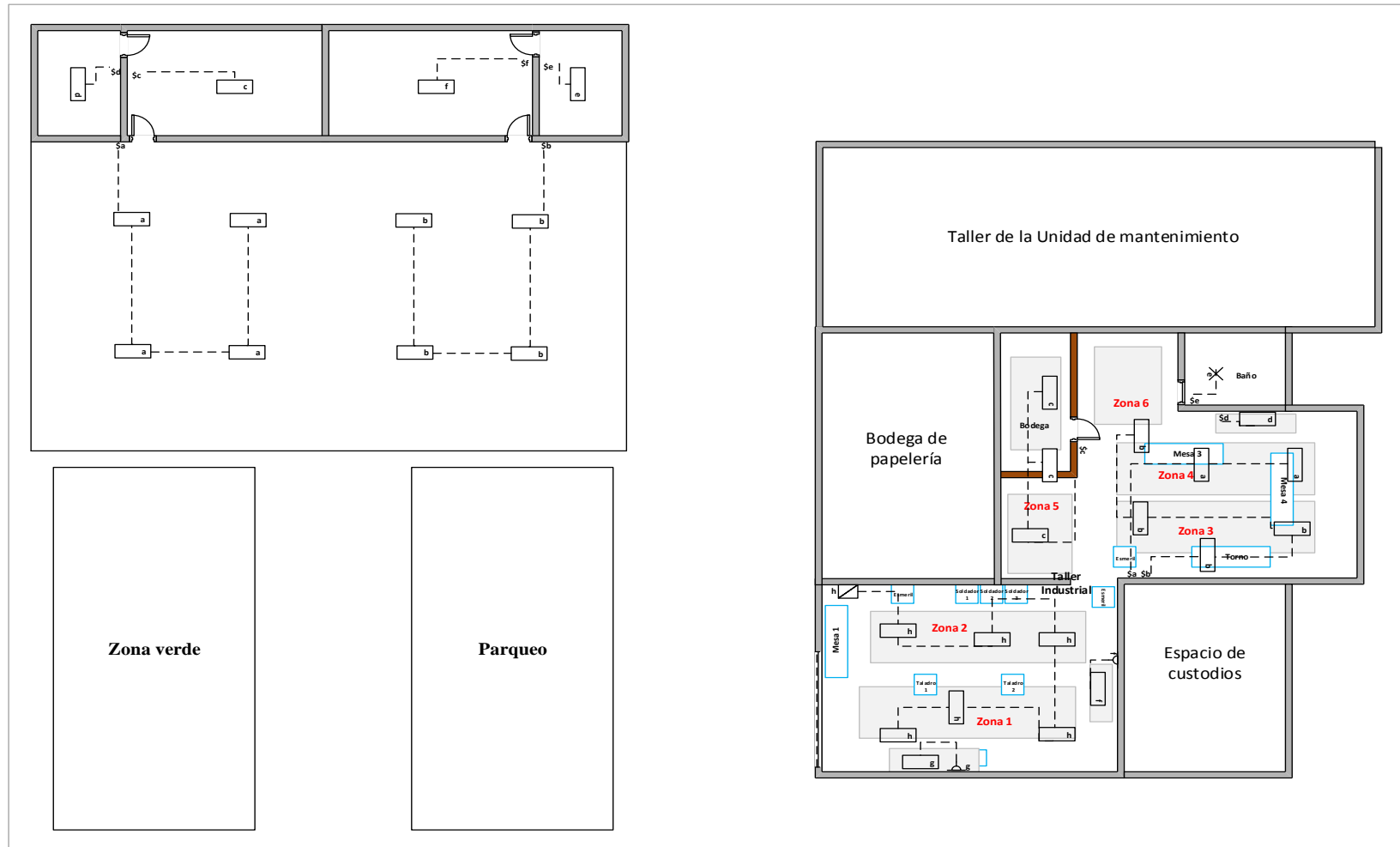


Plano 3.40. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Instituto de Agua.
Fuente: Propia.

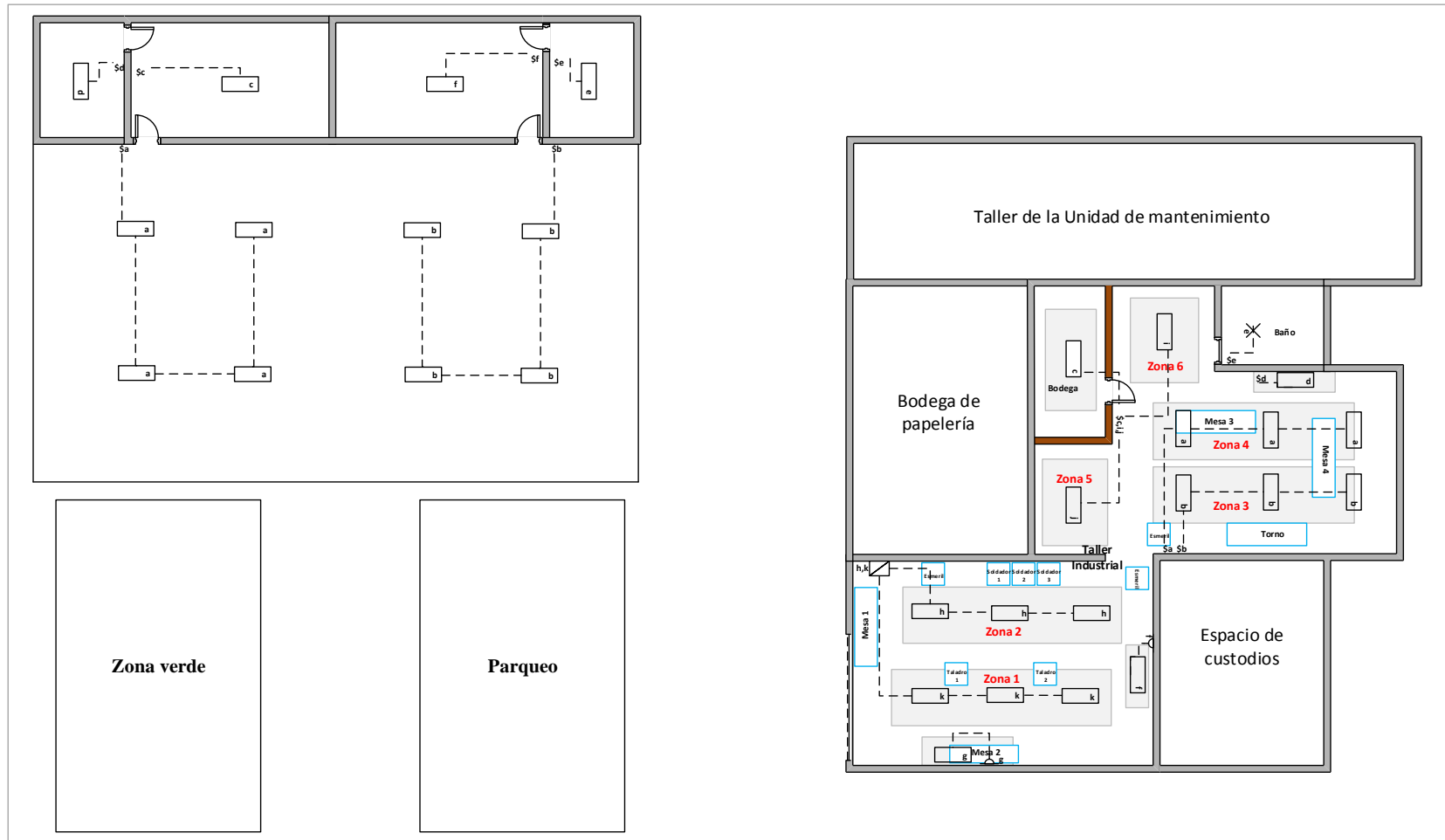


Plano 3.41. Circuito eléctrico propuesto en luminarias del edificio Instituto de Agua.
 Fuente: Propia.

Vista de planta del edificio de Taller Industrial y Chalet



Plano 3.42. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Taller Industrial y Cafetines.
 Fuente: Propia.



Plano 3.43. Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Taller Industrial y Cafetines.
Fuente: Propia.

Carga instalada por luminaria en el Instituto del Agua, Taller Industrial y Cafetines

Estos tienen concepto de carga instalada por fuentes de iluminación, lámparas de tubos fluorescentes de 32 watts del tipo 6500k FO32w, tubos de 40 watts del tipo F40 T12/D y focos incandescentes de 60 watts. En las siguientes tablas se presenta un resumen de la carga por luminarias y cantidad de iluminación medida en LUX para cada una de las oficinas y laboratorios del edificio Instituto de Agua, Cafetines y Taller Industrial.

Tabla 3.89. Carga instalada por iluminación del edificio Instituto de Agua.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Oficina 2	Punto 1	473	200	340	91						2		32	0.26
	Punto 2	528	520	269	252						1		32	0.13
Oficina 3		233	30	213	13						1		32	0.13
Baño 1		173	7	180	2			1					32	0.06
Pasillo 1		1070	903	530	330						1		32	0.13
Oficina 1	Punto 1	322	19	324	5						1		32	0.13
	Punto 2	341	23	263	2						4		32	0.51
	Punto 3	300	11	324	8						1		32	0.13
	Punto 4	167	65	170	13						4		32	0.51
Baño 2 hombres		554	460	214	113							1	60	0.06
Baño 2 mujeres		490	400	205	90							1	60	0.06
Baño 2		214	2	208	1			1					32	0.06
Pasillo 2		149	18	141	9			2					32	0.13
Laboratorio 2		448	5	460	2						4		32	0.51
Bodega		185	0	260	11									0.00
Laboratorio 1		688	181	570	45						6		32	0.77
Pasillo 4		40	5	40	4			1					32	0.06
Laboratorio 3	Punto 1	755	140	646	17						1		32	0.13
	Punto 2	490	95	452	15						1		32	0.13
	Punto 3	560	116	599	19						3		32	0.38
	Punto 4	560	157	454	12						1		32	0.13
	Punto 5	420	45	505	7						3		32	0.38
Baño 3		45	1	44	2						1		40	0.16
Baño 3 hombres		352	278	175	32							1	60	0.06
Baño 3 mujeres		350	220	248	30							1	60	0.06
Laboratorio 4	Punto 1	376	13	370	2						1		32	0.13
	Punto 2	348	10	346	2						2		32	0.26
	Punto 3	400	10	417	3						2		32	0.26
Sala de conferencia	Punto 1	461	117	420	30						6		32	0.77
	Punto 2	1045	660	660	222						2		32	0.26
Pasillo	Punto 1	145	3	134	1						2		32	0.13
	Punto 2	149	6	140	3						1		32	0.06
												Total	6.93	

Fuente: Propia.

Tabla 3.90. Carga instalada por iluminación del Taller Industrial.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Área 1	Mesa 1	639	536	3820	3800							32	0.77	
	Mesa 2	284	115	410	106									
	Taladro 1	208	113	581	148									
	Taladro 2	152	9	200	15									
	Esmeril 1	163	14	155	12				8					
	Esmeril 2	603	522	3720	3690									
	Soldador 1	87	46	220	179									
	Soldador 2	108	13	118	35									
	Soldador 3	71	19	122	32									
	Punto 1	223	221	203	179									
Área 2	Mesa 3	168	3	186	2						1	32	60	
	Mesa 4	231	3	194	1									
	Torno								10					
	Bodega	175	2											
	Baño	142	1	140	1									
	Punto 2	164	16	137	2									
Total													1.79	

Fuente: Propia.

Tabla 3.91. Carga instalada por iluminación del Taller de Mantenimiento.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Taller de Mantenimiento.	Punto 1	1045	660	529	452				8				32	0.51
	Punto 2	760	453	401	309				2				32	0.13
Total													0.64	

Fuente: Propia.

Tabla 3.92. Carga instalada por iluminación de Cafetines.

Área		LUX						Numero de luminarias					Potencia (watts)	Carga Instalada por área en KW
		Mañana		Tarde		Noche		Lámparas				Focos		
		CL	SL	CL	SL	CL	SL	1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			
Cafetín 1	Mesas							4					32	0.26
	Cocina							1					32	0.06
	Ventas							1					32	0.06
Cafetín 2	Mesas							4					32	0.26
	Cocina							1					32	0.06
	Ventas							1					32	0.06
Total													0.77	

Fuente: Propia.

Consumo de energía eléctrica por iluminación en Instituto del Agua, Taller Industrial y Cafetines

Se presenta el resumen de consumo de electricidad por iluminación en Instituto de Agua.

Tabla 3.93. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el edificio Instituto de Agua.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Oficina 1				3		32	Var	0	0	Var	0.2	0.08	Var	0	0	0.08
\$b	Oficina 1				2		32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
\$c	Oficina 1				2		32	Var	0	0	Var	0.2	0.05	Var	0	0	0.05
\$d	Oficina 1				3		32	Var	0	0	Var	0.2	0.08	Var	0	0	0.08
\$e	Pasillo 1				1		32	Var	0	0	Var	1	0.13	Var	1.2	0.15	0.28
	Pasillo 2		2				32	Var	0	0	Var	1	0.13	Var	1.2	0.15	0.28
	Pasillo 3		3				32	Var	0	0	Var	1	0.19	Var	1.2	0.23	0.42
\$f	Pasillo 2		1				32	Var	0	0	Var	0	0	Var	1.2	0.08	0.08
\$g	Baños 2		1				32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0.05	0	0
\$h	Baños 2					1	60	Var	0	0	Var	0	0	Var	0.05	0	0
\$i	Baños 2					1	60	Var	0	0	Var	0	0	Var	0.05	0	0
\$j	Sala de Conferencia				3		32	Var	0	0	Var	0.4	0.15	Var	0.4	0.15	0.31
\$k	Sala de Conferencia				2		32	Var	0	0	Var	0.4	0.1	Var	0.4	0.1	0.2
\$l	Sala de Conferencia				2		32	Var	0	0	Var	0.4	0.1	Var	0.4	0.1	0.2
\$m	Sala de Conferencia				2		32	Var	0	0	Var	0.4	0.1	Var	0.4	0.1	0.2
\$n	Pasillo 3		2				32	Var	0	0	Var	1	0.13	Var	0	0	0.13
\$ñ	Baños 1		1				32	Var	0	0	Var	0.25	0.02	Var	0	0	0.02
\$o	Laboratorio 1				3		32	Var	0	0	Var	0.5	0.19	Var	0	0	0.19
\$p	Laboratorio 1				3		32	Var	0	0	Var	0.5	0.19	Var	0	0	0.19
\$q	Pasillo 3		1				32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
\$r	Pasillo 4		1				32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
\$s	Oficina 2		2				32	Var	0	0	Var	0.9	0.12	Var	0	0	0.12
\$t	Oficina 2		1				32	Var	0	0	Var	0.9	0.06	Var	0	0	0.06
\$u	Laboratorio 3				3		32	Var	0	0	Var	1.2	0.46	Var	0	0	0.46
\$v	Laboratorio 3				3		32	Var	0	0	Var	1.2	0.46	Var	0	0	0.46
\$w	Laboratorio 3				3		32	Var	0	0	Var	1.2	0.46	Var	0	0	0.46
\$x	Laboratorio 2				1		32	Var	0	0	Var	0.1	0.01	Var	0	0	0.01
\$y	Laboratorio 2				3		32	Var	0	0	Var	0.1	0.04	Var	0	0	0.04
\$z	Oficina 3				1		32	Var	0	0	Var	0.9	0.12	Var	0	0	0.12
\$aa	Baños 3						32	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
\$bb	Baños 3		1				32	Var	0	0	Var	0.02	0	Var	0	0	0
\$cc	Baños 3		1				32	Var	0	0	Var	0.02	0	Var	0	0	0
\$dd	Laboratorio 4				3		32	Var	0	0	Var	0.1	0.04	Var	0	0	0.04
\$ee	Laboratorio 4				2		32	Var	0	0	Var	0.1	0.03	Var	0	0	0.03
\$ff	Sala de Conferencia					3	80	Var	0	0	Var	0	0	Var	0	0	0
															Total	4.51	

Fuente: Propia.

Tabla 3.94. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el Taller Industrial.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubos	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	Tipo	Horas	kwh	
\$a	Área 2		2				32	Fijo	4	0.51		4	0.51		0	0	1.02
\$b	Área 2		4				32		4	1.02		4	1.02		0	0	2.05
\$c	Área 2		1				32		4	0.26		4	0.26		0	0	0.51
	Bodega		2				32		4	0.51		4	0.51		0	0	1.02
\$d	Área 2		1				32		4	0.26		4	0.26		0	0	0.51
\$e	Baño					1	60			0			0		0	0	0
\$f	Área 1		1				32		4	0.26		4	0.26		0	0	0.51
\$g	Área 1		1				32		4	0.26		4	0.26		0	0	0.51
\$h	Área 1		6				32		4	1.54		4	1.54		0	0	3.07
															Total	9.22	

Fuente: Propia.

Tabla 3.95. Consumo de energía eléctrica por iluminación en el Taller de Mantenimiento.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	Kwh	Tipo	Hora	Kwh	Tipo	Hora	Kwh	
\$a	Taller de Mantenimiento		8				32		0	0		3	1.54		0	0	1.54
\$b	Taller de Mantenimiento		2				32		3	0.38		3	0.38		0	0	0.77
															Total	2.3	

Fuente: Propia.

Tabla 3.96. Consumo de energía eléctrica por iluminación en Cafetines.

Apagador	Área	Numero de luminarias					Potencia (watts)	Consumo Eléctrico									Consumo Total en KWh Al día
		Lámparas				Focos		Mañana			Tarde			Noche			
		1 tubo	2 tubos	3 tubos	4 tubos			Tipo	Hora	Kwh	Tipo	Hora	Kwh	Tipo	Hora	Kwh	
\$a	Cafetín 1	Mesas	4				32			0			0	Var	2.5	0.64	0.64
\$b		Cocina	1				32	Fijo	6	0.38	Fijo	6	0.38	Var	1	0.06	0.83
\$c		Ventas	1				32	Fijo	6	0.38	Fijo	6	0.38	Var	1	0.06	0.83
\$d	Cafetín 2	Mesas	4				32			0			0	Var	2.5	0.64	0.64
\$e		Cocina	1				32	Fijo	6	0.38	Fijo	6	0.38	Var	1	0.06	0.83
\$f		Ventas	1				32	Fijo	6	0.38	Fijo	6	0.38	Var	1	0.06	0.83
															Total	4.61	

Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.3. Análisis de datos del sistema de iluminación interna

El saber cómo se encuentran las instalaciones del sistema de iluminación interna es una parte esencial, ya que, mediante a esto es posible localizar fuentes de desperdicio de energía. Estas fuentes representan oportunidades de mejorar la eficiencia del recurso eléctrico. La parte anterior presenta el consumo de electricidad por iluminación en los edificios de la UES-FMOcc; estos datos se combinan con el estudio de tres situaciones que pueden determinar si el consumo por iluminación interna es demasiado alto y por tanto existe desperdicio de la energía. Si una, dos o las tres situaciones se desarrollan en un edificio, este tiene uno, dos o tres problemas de desperdicio de energía por iluminación interna. Es importante mencionar que se analizan situaciones en instalaciones eléctricas-electrónicas y/o estructurales que causan consumo extra de electricidad, ósea, la forma en que la instalación eléctrica y estructural de un edificio contribuye a desperdiciar electricidad. A continuación se describen los tres problemas encontrados en la Facultad en el tema de iluminación y que se perciben como focos de desperdicio de electricidad.



Problemas de sectorización de circuitos de iluminación interna.

Uno de los principales focos de desperdicio en iluminación interna, es la sectorización inapropiada de los circuitos de luminarias en espacios, como: cubículos, laboratorios, aulas, entre otros. Esto genera que las cargas instaladas por iluminación estén dispuestas de forma tal, que no se tenga un accionamiento individual a la hora de ponerlas en funcionamiento mediante el paso de electricidad, ya que, un solo apagador acciona varias luminarias. La condición de problema de sectorización se divide según el fin para el que está destinado un espacio, se tiene los tres siguientes:

Problema de sectorización de circuitos de luminarias en cubículos y oficinas: El problema de sectorización es, que no se pueden apagar en forma individual las luminarias instaladas en cada cubículo. Ejemplo de ello es cuando varios cubículos u oficinas son controlados mediante el mismo apagador y solo uno de estos está ocupado, se incurre en desperdicio de energía en los que no se encuentran utilizados.

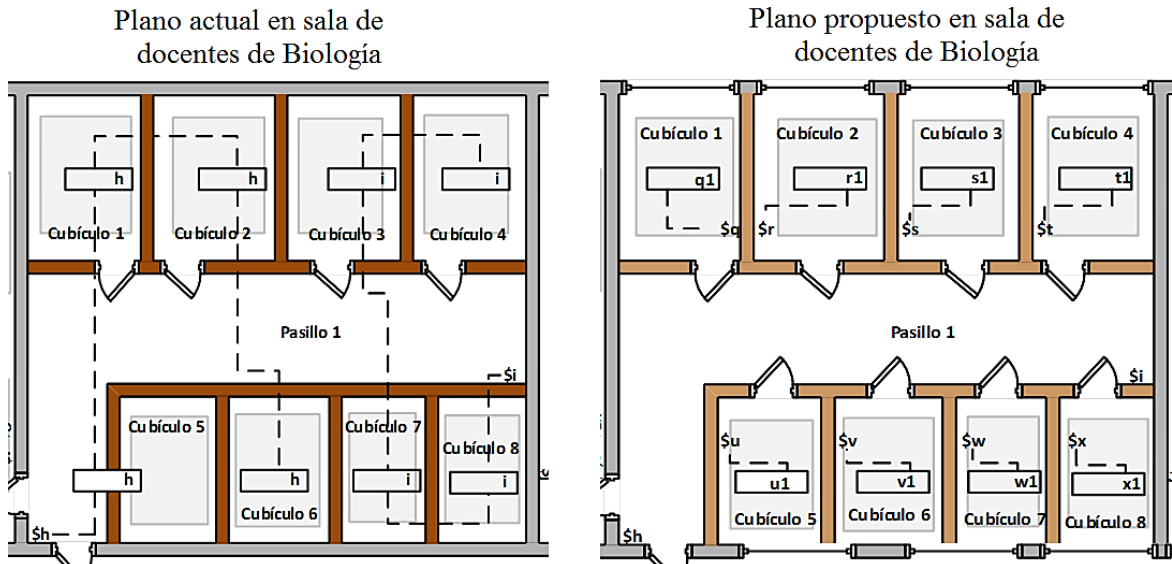


Figura 3.50. Problema de sectorización de circuitos de luminarias en cubículos.
Fuente: Propia.

En la figura se visualiza el problema de sectorización de circuitos de luminarias en la sala de docentes de Biología. Cada cubículo se remarca individualmente con un rectángulo gris, el problema se da cuando un solo apagador controla las luminarias de dos cubículos o más como se detalla en el **plano actual**, donde el apagador **\$h** controla las luminarias en cuatro cubículos (cubículo 1, cubículo 2, cubículo 5 y cubículo 6) de manera simultánea y el apagador **\$i** controla las luminarias de los restantes cuatro cubículos (cubículo 3, cubículo 4, cubículo 7 y cubículo 8) de manera simultánea, cuando deberían ser controlados individualmente como se muestra en el **plano propuesto** (instalando seis apagadores mas). El problema extremo sería cuando los dos apagadores estén encendidos, haciendo que los ocho cubículos estén iluminados; y solo un cubículo controlado por el apagador **\$h** y uno controlado por el apagador **\$i** estén ocupados con docentes, entonces se desperdicia la iluminación de seis cubículos que no están ocupados por docentes (tres de cada circuito).

Problema de sectorización de circuitos de luminarias en Aulas: Para el caso de aulas, el problema de sectorización de circuitos de luminarias está ligado al uso del aula respecto a los circuitos de iluminación. La idea es la siguiente, cuando el aula se utiliza al 100% de su capacidad se necesita el 100% de iluminación, por tanto no hay desperdicio de energía; pero cuando el aula se utiliza un 30, 40 o 60%, la iluminación utilizada debería ser

también un 30, 40 o 60%, pero en la mayoría de ocasiones no es posible iluminar un determinado grupo de estudiantes sin que se generen desperdicios. Los posibles escenarios de la forma en que se utilizan las aulas por alumnos se reflejan en la siguiente imagen:

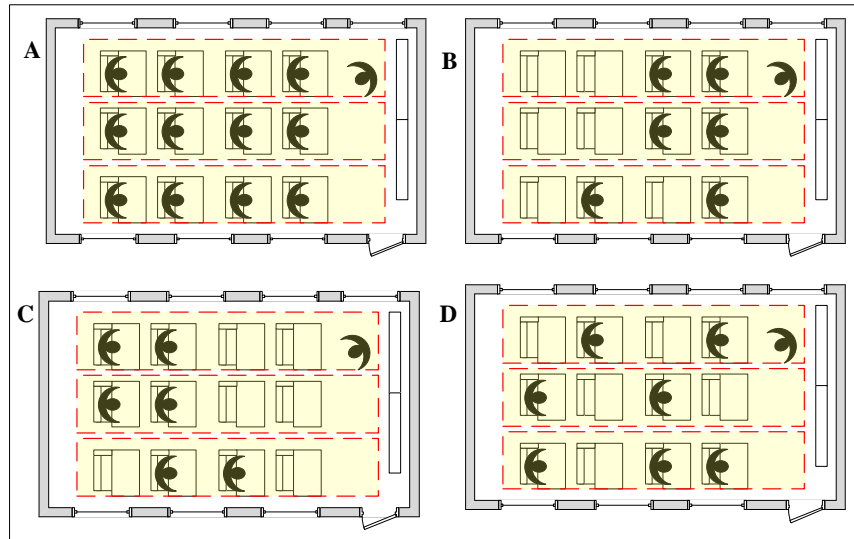
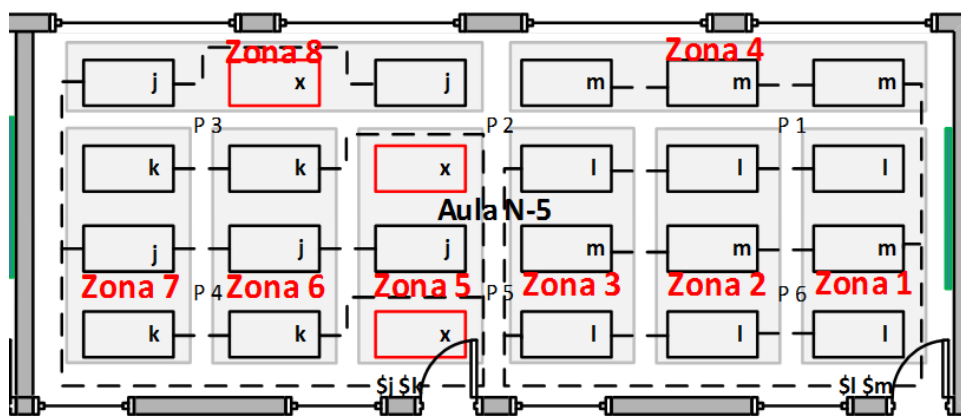


Figura 3.51. Problemas distribución de alumnos en aulas.
Fuente: Propia.

- A. Uso del aula al 100% e iluminación al 100% no genera desperdicios.
- B. Uso del aula menor 60% (alumnos sentados en parte delantera del aula) e uso de iluminación al 100%, genera desperdicios.
- C. Uso del aula menor del 60% (Alumnos sentados en la parte trasera del aula) e uso de iluminación al 100%, genera desperdicios.
- D. Uso del aula menor del 60% (Alumnos sentados en desorden por toda el aula) e uso de iluminación al 100%, genera desperdicios.

La convención para utilizar de manera eficiente la iluminación de lámparas en aulas, es que el aula se llene gradualmente ubicando a los alumnos cerca de la pizarra (representada con un rectángulo verde en los planos) dejando vacío el espacio trasero de ésta y controlar las lámparas de la misma manera utilizando únicamente las luminarias donde se encuentran alumnos. La siguiente imagen muestra cómo distribuir los circuitos de luminarias por sectores en el Aula N5.

Plano actual en Aula N5



Plano propuesto en Aula N5

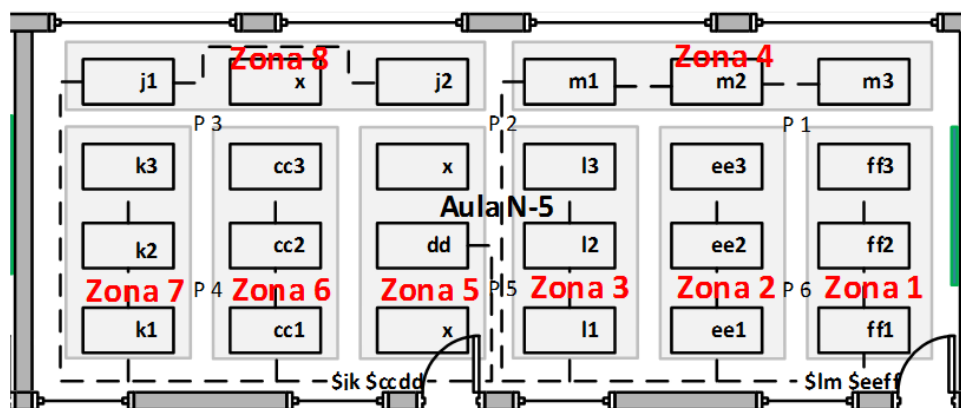


Figura 3.52. Problema de sectorización de circuitos de luminarias en Aulas.
Fuente: Propia.

En la figura se visualiza el problema de sectorización de circuitos de luminarias en el Aula N5. Esta se divide en zonas que se remarcan individualmente con un rectángulo gris, el problema se da cuando un solo apagador controla las luminarias de dos zonas o más como se detalla en el **plano actual**, donde el apagador **\$m** controla las luminarias de cuatro zonas (zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4) de manera simultánea, también el apagador **\$j** controla las luminarias de cuatro zonas (zona 5, zona 6, cubículo 7 y cubículo 8) de manera simultánea, y así los demás apagadores tienen problemas de sectorización de circuitos porque deberían controlar las luminarias de una sola zona como se muestra en el **plano propuesto**. Así pueden ubicarse alumnos en la zona 1 y zona 2, encendiendo únicamente las lámpara de los circuitos **\$ff** y **\$ee** que controlan esas zonas, como se observa en el plano propuesto; cuando en el plano actual tendrían que utilizarse los circuitos **\$i** y **\$m**, encendiendo las luminarias de la zona 1, zona2, zona3 y zona 4, cuando únicamente se utilizan la zona 1 y zona 2.

Problema de sectorización de circuitos en Laboratorios: Para el caso de laboratorios donde se tienen prácticas estudiantiles de diferentes materias, el problema de sectorización está enfocado a que no se tiene individualidad en el control de las luminarias de cada una de las mesas de trabajo con lo que se tendría desperdicios a causa de estas condiciones. La siguiente imagen muestra el problema.

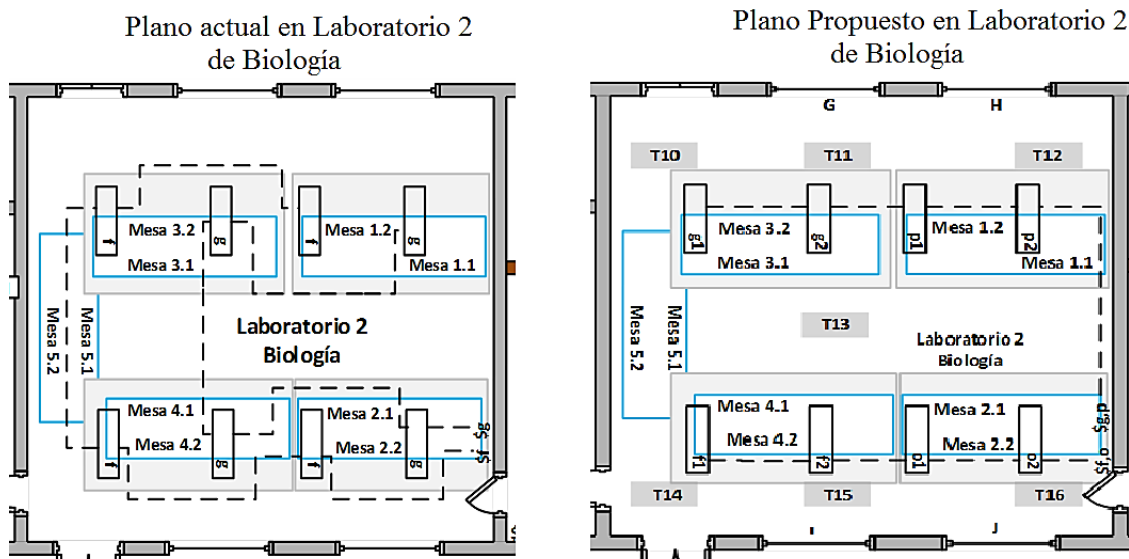


Figura 3.18. Problema de sectorización de circuitos de luminarias en Laboratorios.
Fuente: Propia.

En la figura se visualiza el problema de sectorización de circuitos de luminarias en el Laboratorio 2 de Biología. Este se divide en mesas de trabajo que se remarcan individualmente con un rectángulo gris, el problema se da cuando un solo apagador controla las luminarias de dos mesas o más como se detalla en el **plano actual**, donde el apagador \$f\$ controla las luminarias en cuatro mesas (mesa 1, mesa 2, mesa 3 y mesa 4) de manera simultánea y el apagador \$g\$ controla las luminarias de las mismas cuatro mesas simultáneamente cuando deberían ser controladas individualmente como se muestra en el **plano propuesto** (instalando más apagadores). El problema extremo sería cuando solo se utiliza una mesa de trabajo y debido a la distribución de los circuitos se mantiene funcionando las luminarias de las cuatro mesas, ya que deben encenderse los apagadores \$f\$ y \$g\$ que encienden todas las luminarias; esto desperdiciaría $\frac{3}{4}$ partes del total de energía eléctrica por iluminación en el laboratorio.

Hay más situaciones de desperdicio eléctrico que las ejemplificadas en los párrafos anteriores, pero éstas saldrán a relucir en la medida que aparezcan en situaciones específicas en edificios específicos, pero pueden clasificarse con una de las tres anteriores.



Problemas en el aprovechamiento de iluminación natural.

Otro de los problemas encontrados en la Facultad en el tema de iluminación de espacios internos de edificios, es el no aprovechamiento de la luz natural proveniente del sol. Esto ocasiona un déficit gigantesco en los niveles de iluminación interna que es cubierto por iluminación artificial hasta el nivel recomendado de 500 Lux, teniendo que consumir electricidad para esto. Se tiene como un problema en el no aprovechar la luz natural por dos razones:

La primera es según un **estudio de iluminación** realizado por los autores de este trabajo, cuyos datos se reflejan en las tablas 3.39 a 3.88. En este puede apreciarse que el cumplimiento del nivel mínimo de iluminación en oficinas de 500 Lux según normas de seguridad ocupacional no se cumple en la mayoría de áreas, entonces debe considerarse como una condición insegura para trabajadores y alumnos que hacen uso de estos espacios.

La segunda es el **no aprovechar la iluminación natural** que hace necesario encender las luminarias los edificios. Esto genera desperdicio de electricidad, pues se consume energía eléctrica para el funcionamiento diurno de lámparas cuando puede utilizarse iluminación natural.

El no aprovechamiento de iluminación natural se genera por la obstrucción de ventanas por distintas formas como: ventanas pintadas, ventanas tapadas por objetos y muebles, ventanas obstaculizadas por persianas y cortinas en mal estado, arboles sin mantenimiento de poda, entre otros. La siguiente imagen presenta algunas causas de la obstrucción de luz natural en los edificios de la universidad.

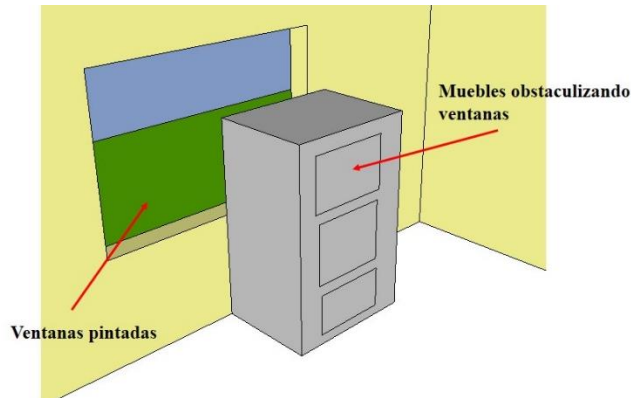


Figura 3.53. Problemas de iluminación natural.
Fuente: Propia.

📍 Problemas de ubicación en luminarias

La mala ubicación de luminarias es otro de los problemas que se toman en cuenta como focos de desperdicio energético, pues una lámpara mal situada ilumina un área o zona que no lo necesita, debido a esto gran parte de la luz que emite la luminaria no es aprovechada, generando puntos oscuros o bajos niveles de iluminación donde si sería requerida, por tanto se tiene desperdicio de electricidad en iluminación. La siguiente figura muestra un ejemplo de ubicación inapropiada de una lámpara sobre pared divisoria, cuando debería ubicarse sobre un escritorio o centro de trabajo.

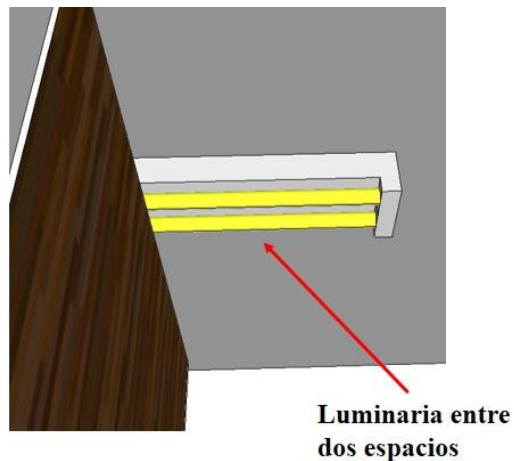


Figura 3.54. Problema de ubicación de luminarias.
Fuente: Propia.

Se analizan los problemas de iluminación de sectorización de circuitos de luminarias, iluminación natural y ubicación de luminarias para cada edificio. Los resultados se presentan en seguida.

3.2.2.1.1.3.1. Problemas de iluminación interna en edificio de Biología

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para el edificio de biología:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia a los Planos 1A y 1B “Circuitos eléctricos actuales y propuestos en luminarias del edificio de Biología”, se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área.

Problemas por sectorización de circuitos en departamento de Biología

- Circuito del apagador **\$h** controla las luminarias de las siguientes áreas: Cubículo 1, Cubículo 2, Cubículo 5, Cubículo 6 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$i** controla las luminarias de las siguientes áreas: Cubículo 3, Cubículo 4, Cubículo 7, Cubículo 8 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en laboratorios 1 de Biología

- Circuito del apagador **\$a** controla las luminarias de las siguientes áreas: Mesa 1 y Mesa 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$b** controla las luminarias de las siguientes áreas: Mesa1, Pasillo y Mesa 3 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en laboratorios 2 de Biología

- Circuito del apagador **\$f** controla las luminarias de las siguientes áreas: Mesa 1, Mesa 2, Mesa 3, Mesa 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$g** controla las luminarias de las siguientes áreas: Mesa 1, Mesa 2, Mesa 3, Mesa 4 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en Aula 1

- Circuito del apagador **\$m** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$l** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.



Problemas de ubicación en luminarias

Problema de ubicación en luminarias del departamento de Biología

- Luminaria del circuito controlado por el apagador **\$h** está situada sobre la división de los cubículos 5 y Pasillo 1 en la sala de docentes del departamento de Biología.

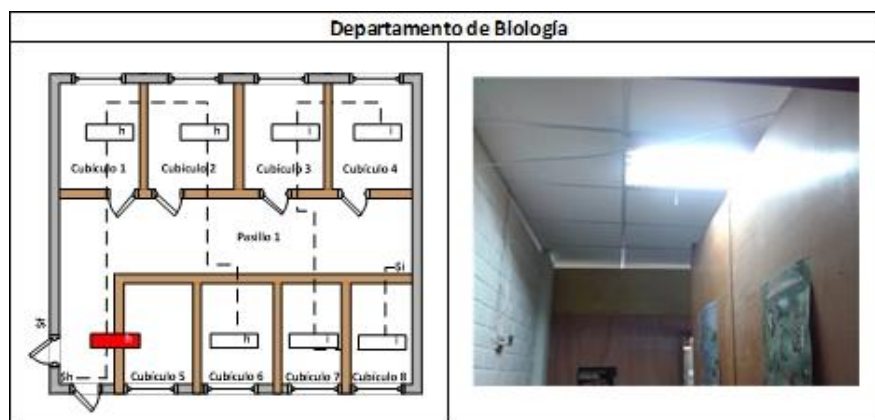


Figura 3.55. Problema de ubicación: luminaria en departamento de Biología sobre pared divisoria.
Fuente: Propia.



Problemas por iluminación natural

Problemas por iluminación natural en laboratorio 1 y 2 de Biología.

- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en laboratorio 1 y 2 de Biología.



Figura 3.56. Problema iluminación natural: ventanas pintadas en laboratorios 1 y 2 de Biología.
Fuente: Propia.

- Obstrucción de entrada de luz natural por densa vegetación fuera de los laboratorios 1 y 2 de Biología.

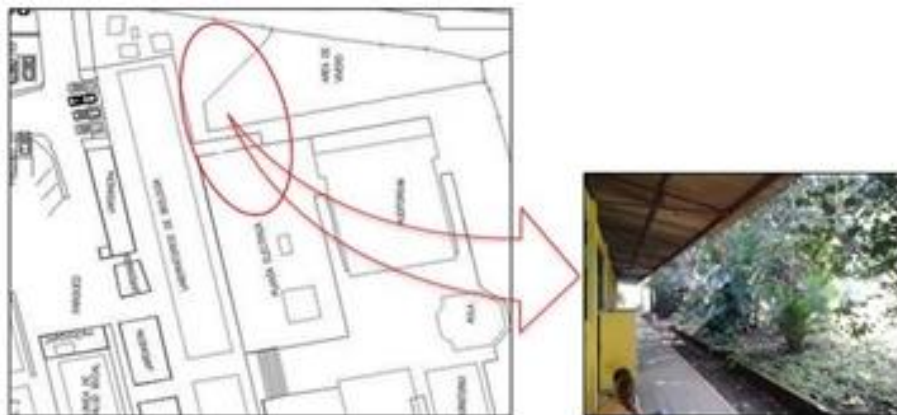


Figura 3.57. Problema iluminación natural: densa vegetación cerca de los laboratorios de Biología.
Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.3.2. Problemas de iluminación interna en edificio de Oficinas Administrativas

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para el edificio de Oficinas Administrativas:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia al Plano 2A y 2B “Circuitos eléctricos actuales y propuestos en luminarias del edificio Oficinas Administrativas”, se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área:

Problema por sectorización de circuitos en Administración Académica

- Circuito del apagador **\$f** controla las luminarias de las siguientes áreas: Jefatura Admón. Académica y Admón. Académica de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en departamento de Letras

- Circuito del apagador **\$g** controla las luminarias de las siguientes áreas: Pasillo 2 y Cubículo 1 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$h** controla las luminarias de las siguientes áreas: Pasillo 2, Cubículo 1, Cubículo 2, Cubículo 4 de manera simultánea.



Problemas de ubicación en luminarias

Problemas de ubicación en luminarias de Administración académica

- Luminarias situadas demasiado cerca una de la otra, parten del apagador **\$c** y están ubicadas en la zona 2 de administración académica.
- Luminaria controlada por el apagador **\$e** y está situada sobre la división del pasillo 1 y la zona 5 de administración académica.
- Luminaria controlada por el apagador **\$f** y está situada sobre la jefatura y administración académica.



Figura 3.58. Problema de ubicación: Luminarias en Admón. Académica sobre paredes divisorias.
 Nota: Los problemas son en Zona 2 a color rojo, Pasillo 1 a color azul y jefatura a color verde.
 Fuente Propia.

Problemas de ubicación en luminarias del departamento de letras

- Luminaria controlada por el apagador \$h y está situada sobre la división del cubículo 1 y el cubículo 2.
- Luminaria controlada por el apagador \$h y está situada sobre la división del pasillo 3 y el cubículo 4.
- Luminaria controlada por el apagador \$h y está situada sobre la división del cubículo 4 y el pasillo 2.



Figura 3.59. Problemas de ubicación: Luminarias en el depto. de Letras sobre paredes divisorias.
 Nota: Los problemas son en Cubículo 1 a color rojo, cubículo 4 y pasillo 3 a color azul.
 Fuente Propia.

☀ Problemas por iluminación natural

Problemas por iluminación natural en Administración Académica

- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en Atención Estudiantil.
- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en zona 7 de Admón. Académica.



Figura 3.60. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en Admón. Académica.
Fuente propia

Problema de iluminación natural en departamento de Letras

- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en Cubículos 2, 3, 4, 5 del Departamento de Letras.



Figura 3.61. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en departamento de Letras.
Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.3.3. Problemas de iluminación interna en edificio Economía

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para el edificio de Economía:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia a los Planos 3A y 3B, 4A y 4B, 5A y 5B “Circuitos eléctricos actuales y propuestos en luminarias del edificio de Economía 1^{er}, 2^{do} y 3^{er}”, respectivamente; que representan el Edificio se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias:

Problemas por sectorización de circuitos en departamento de Física

- Circuito del apagador **\$c** controla las luminarias de las siguientes áreas: Pasillo 1 y Cubículo 3 de manera simultánea.

Problema por sectorización de circuitos en Cubículos 4 y 5

- Circuito del apagador **\$d** controla las luminarias de las siguientes áreas: Cubículo4 y Cubículo 5 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en departamento de Química

- Circuito del apagador **\$k** controla las luminarias de las siguientes áreas: Cubículo 1 de secretaria, Cubículo 6 Cubículo 7, Cubículo 8, Cubículo 9, Cubículo 10, Pasillo 2 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en depto. de Ciencias Económicas

- Circuito del apagador **\$l** controla las luminarias de las siguientes áreas: Cubículo 2 de secretaria, Cubículo 11, Cubículo 12, Cubículo 13, Pasillo 3, Cubículo 19 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$m** controla las luminarias de las siguientes áreas: Cubículo 14, Cubículo 15, Cubículo 16, Cubículo 17, Pasillo 3 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en Aula E3

- Circuito del apagador **\$b** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$c** controla la luminarias de las siguientes áreas: zona1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.

Problemas por sectorización de circuitos en Aula E1

- Circuito de apagador **\$l** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$m** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$k** controlas las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.



Problemas de ubicación en luminarias

Problemas de ubicación en luminarias en departamento de Física

- Luminaria del circuito controlado por el apagador **\$a** está situada sobre la división de los cubículos 1 y 2 en el departamento de Física iluminando un área innecesaria.
- Luminaria del circuito controlado por el apagador **\$c** está situada sobre la división del cubículo 3 y pasillo 1 en el departamento de Física iluminando una área innecesaria.

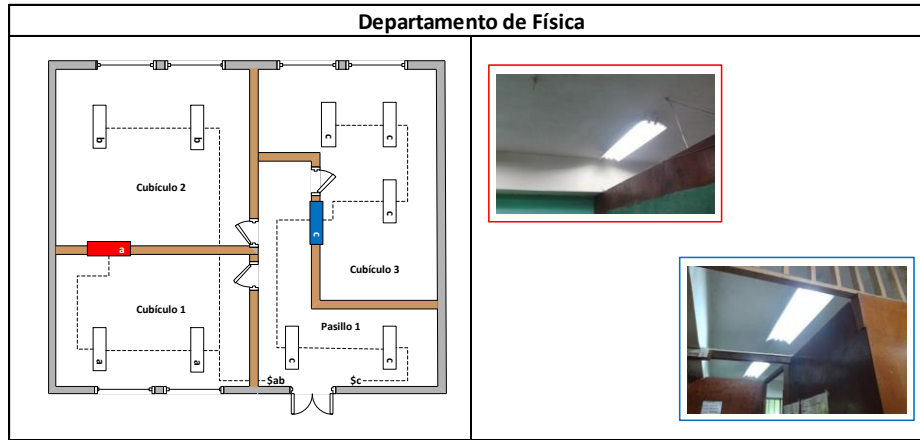


Figura 3.62. Problemas de ubicación: Luminarias en departamento de Física sobre pared divisoria.
 Nota: Los problemas están en el cubículo 1 a color rojo y cubículo 3 a color azul.
 Fuente: Propia.

Problema de ubicación de luminaria en cubículos 4 y 5

- Luminaria del circuito controlado por el apagador \$d\$ está situada sobre la división del cubículo 5 y 4 en el la primera planta del edificio de Economía iluminando una área innecesaria.

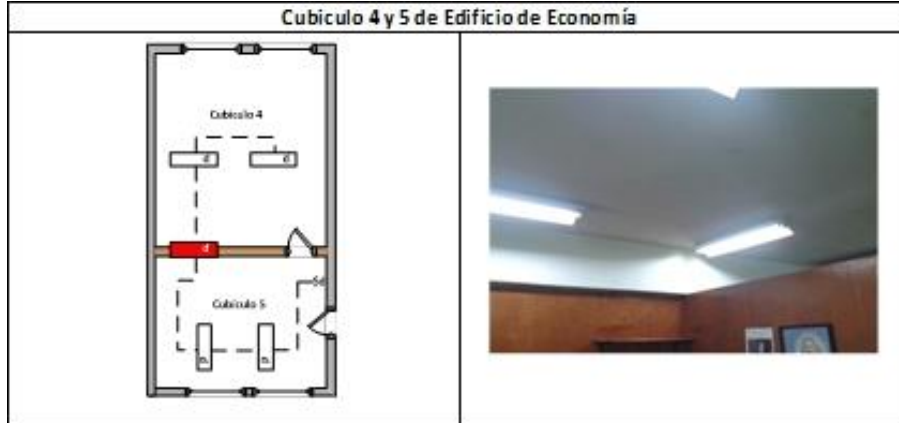


Figura 3.63. Problema de ubicación: Luminarias entre cubículos 4 y 5 de Física sobre pared divisoria.
 Fuente: Propia.

Problemas de ubicación en luminarias en departamento de Química

- Luminaria del circuito controlado por el apagador \$k\$ está situada sobre la división del cubículo 6 y 7 en el la segunda planta del edificio de Economía iluminando una área innecesaria.

- Luminaria del circuito controlado por el apagador \$k está situada sobre la división del cubículo 8 y 9 en el la segunda planta del edificio de Economía iluminando una área innecesaria.



Figura 3.64. Problema de ubicación: Luminarias en el depto. de Química sobre pared divisoria.
Fuente: Propia.

Problemas de ubicación de luminarias en departamento de Ciencias Económicas

- Luminaria del circuito controlado por el apagador \$l está situada sobre la división del cubículo 11 y cubículo 2 de secretaria en el la segunda planta del edificio de Economía iluminando una área innecesaria.
- Luminarias del circuito controlado por el apagador \$m está situada sobre la división los cubículos 14, 15, 16. 17 y Pasillo 3 en el la segunda planta del edificio de Economía iluminando una área innecesaria.

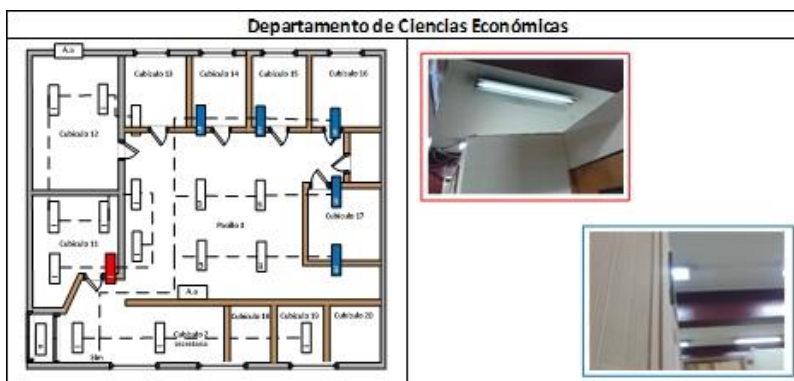


Figura 3.65. Problemas de ubicación: Luminarias en depto. Ciencias Económicas sobre pared divisoria.
Fuente: Propia.



Problema por iluminación natural.

Problema por iluminación natural en departamento de Química

- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en Cubículos 6 y 8.



Figura 3.66. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en cubículos 6 y 8, depto. de Química.
Fuente: Propia.

Problemas por iluminación natural en departamento de Ciencias Económicas

- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en Cubículos 13 a 16.



Figura 3.67. Problema iluminación natural: Ventanas pintadas en departamento de Ciencias Económicas.
Fuente: Propia.

Problema por iluminación natural en aula E3

- Presenta consumo extra de electricidad por iluminación interna al utilizarse a pesar de poseer niveles de iluminación natural apropiados para realizar actividades dentro de esta.

Problema por iluminación natural en aula E1

- Presenta consumo extra de electricidad por iluminación interna al utilizarse a pesar de poseer niveles de iluminación natural apropiados para realizar actividades dentro de esta.

Problemas por iluminación natural en aula E0

- Obstrucción de entrada de luz natural por ventanas pintadas en Aula E0.
- Obstrucción de entrada de luz natural por estructura de bodega en Aula E0.

3.2.2.1.1.3.4. Problemas de iluminación interna en aulas del edificio “N”

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para las aulas del edificio N:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia a los Planos 9A y 9B, 10A y 10B “Circuito eléctrico actual y propuesto en luminarias del edificio N, 1^{er} y 2^{do} nivel”, respectivamente; se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área:

Problemas de sectorización de circuitos en aula N-1

- Circuito del apagador **\$d** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$c** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 5, zona 6 y zona 7 de manera simultánea.

Problema de sectorización de circuitos en aula N-2

- Circuito del apagador **\$d** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

Problema de sectorización de circuitos en Librería Universitaria

- Circuito del apagador **\$a** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula N-3

- Circuito de apagador **\$f** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3, zona 4 y zona 5 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$g** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3, zona 4 y zona 5 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula N-4

- Circuito del apagador **\$h** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$i** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula N-5

- Circuito del apagador **\$j** controla las luminarias de las siguientes área: zona 5, zona 6, zona 7 y zona 8 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$k** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 5, zona 6, zona 7 y zona 8 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$l** controlan las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$m** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.



Problemas por iluminación natural.

Problema por iluminación natural en aula N-3

- Presenta consumo extra de electricidad por iluminación interna al utilizarse a pesar de poseer niveles de iluminación natural apropiados para realizar actividades dentro de esta.

Problema por iluminación natural en aula N-4

- Presenta consumo extra de electricidad por iluminación interna al utilizarse a pesar de poseer niveles de iluminación natural apropiados para realizar actividades dentro de esta.

Problema por iluminación natural en aula N-5

- Presenta consumo extra de electricidad por iluminación interna al utilizarse a pesar de poseer niveles de iluminación natural apropiados para realizar actividades dentro de esta.

3.2.2.1.1.3.5. Problemas de iluminación interna en edificio de Ciencias Jurídicas

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para el edificio de Ciencias Jurídicas:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

Referente a los Planos 7A y 7B, 8A y 8B “Circuitos eléctricos actuales y propuestos en luminarias del edificio de Ciencias Jurídicas en 1^{er}, 2^{do} nivel”, respectivamente; los circuitos que tienen problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área son los siguientes:

Problemas de sectorización de circuitos en primer nivel de Ciencias Jurídicas

- Circuito del apagador **\$e** controla las luminarias de las siguientes áreas: Pasillo 3 y Cubículo 6 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$l** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona3 del cubículo 5 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en segundo nivel de Ciencias Jurídicas

- Circuito del apagador \$c controla las luminarias de las siguientes áreas: Pasillo 5, zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador \$f controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, y zona 3 del Cubículo 10 de manera simultánea.
- Circuito del apagador \$g controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 del Cubículo 11 de manera simultánea.

☀ Problemas por iluminación natural

Problema de iluminación natural en primer nivel de Ciencias Jurídicas

- Obstaculización de entrada de luz natural por mal uso de cortinas en los cubículos del 1 al 5, cubículo 7 y cubículo 8.

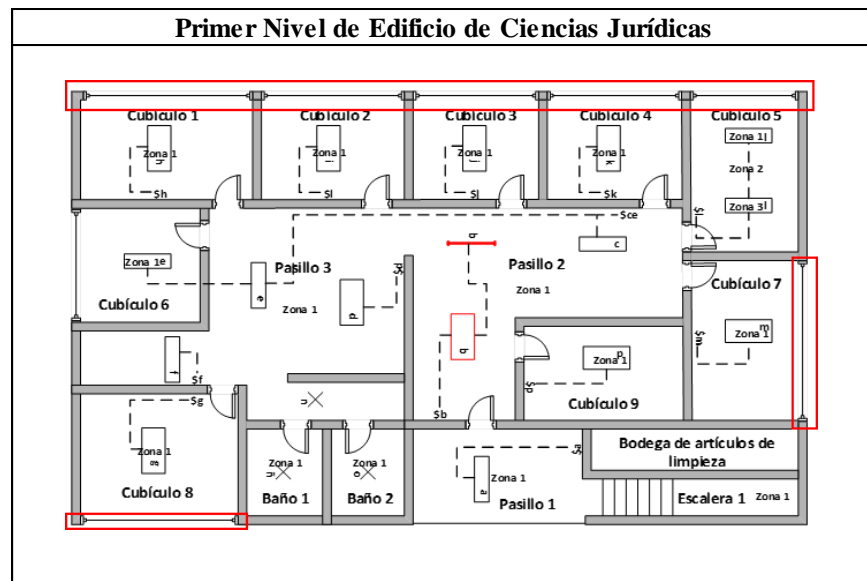


Figura 3.68. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en primer nivel de Ciencia Jurídicas.
Fuente propia

Problema de iluminación natural en segundo nivel de Ciencias Jurídicas

- Obstaculización de entrada de luz natural por mal uso que se le da a cortinas en cubículo 10, cubículo 11, cubículo 13, cubículo 14.

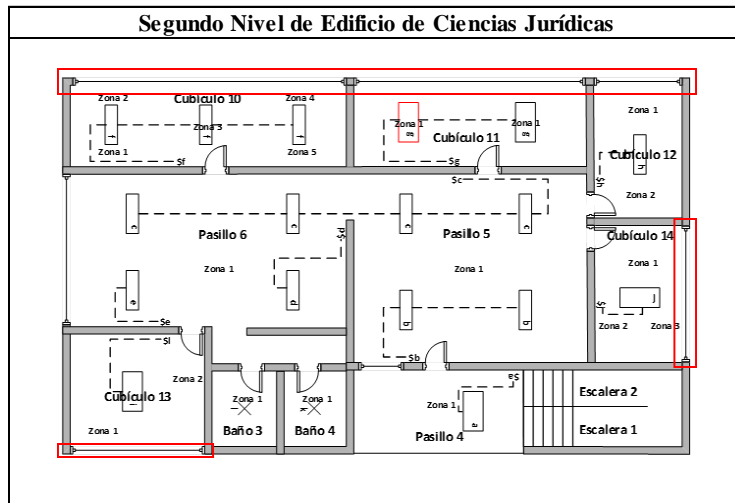


Figura 3.69. Problema iluminación natural: Cortinas dañadas en segundo nivel de Ciencias Jurídicas.
Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.3.6. Problemas encontrados Edificio de Carreras Múltiples

3.2.2.1.1.3.7. Problemas encontrados Edificio de Medicina

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para las aulas del edificio N:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia a los planos 14A y 14B, 15A y 15B “Circuitos eléctricos actuales y propuestos en luminarias del edificio de Medicina en 1^{er} y 2^{do} nivel”, se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar las lámparas de más de un área.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S1B

- Circuito del apagador \$w controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador \$x controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

- Circuito del apagador **\$y** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$z** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S1C

- Circuito del apagador **\$bb** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$cc** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$dd** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$ee** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en laboratorio 2 de Medicina

- Circuito del apagador **\$mm** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$nn** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$oo** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$pp** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en laboratorio 3 de Medicina

- Circuito del apagador **\$hh** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.

- Circuito del apagador **\$ii** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$jj** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$kk** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en sala de docentes de Medicina

- Circuito del apagador **\$rr** controla las luminarias de las siguientes áreas: Área de lavado, Cubículos del 1 al cubículo5 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$tt** controla las luminarias de las siguientes áreas: Pasillo de la sala, Cubículos del 6 al cubículo 10 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S2A

- Circuito del apagador **\$q** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$r** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S2B

- Circuito del apagador **\$t** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$u** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S2C

- Circuito del apagador **\$w** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

- Circuito del apagador **\$x** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S2D

- Circuito del apagador **\$z** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$aa** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula S2E

- Circuito del apagador **\$cc** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$dd** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula HD

- Circuito del apagador **\$kk** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$jj** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 1 de Medicina

- Circuito del apagador **\$ddd** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$ccc** controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 1 de Medicina

- Circuito del apagador \$zz controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador \$aaa controla las luminarias de las áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas por iluminación natural

Problema por iluminación natural en corredor del primer nivel de Medicina

- Ausencia de iluminación natural en el corredor principal, ya que no cuenta con ventanas para proporcionar claridad, lo que provoca que las lámparas permanezcan encendidas todo el día.

Problema de iluminación natural en corredor del segundo nivel de Medicina

- Ausencia de ventanas en acorredor que permita el acceso de iluminación natural
- Tragaluces sucios que obstruyen el acceso de luz al interior de pasillo.



Figura 3.74. Problema iluminación natural: Corredor de Medicina segundo nivel sin ventanas.
Fuente Propia



Figura 3.75. Problema iluminación natural: Tragaluces sucios en segundo nivel edificio de medicina.
Fuente: Propia.

3.2.2.1.1.3.8. Problemas de iluminación interna en Aulas 2 y 3

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para las aulas 2 y 3:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia al Plano 6A y 6B “Circuitos eléctrico actuales y propuestos en luminarias del edificio Clínica Extramural de Santa Ana”; se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 2

- Circuito del apagador **\$i** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$j** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de maneras simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 3

- Circuito del apagador **\$k** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

- Circuito del apagador **\$n** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$q** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.

3.2.2.1.1.3.9. Problemas de iluminación interna en aulas 6, 7, 8, 9, M3 y Deportes

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para las aulas 2 y 3:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia al plano 19 “Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externas 6, 7, 8, 9 y M3”; se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar las lámparas de más de un área.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 6

- Circuito del apagador **\$II** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 2 y zona 3 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 8

- Circuito del apagador **\$y** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$z** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$aa** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en Laboratorio 2 de Física.

- Circuito del apagador **\$e** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 3 y zona 2 de manera simultánea.

Problemas de sectorización de circuitos en Taekwondo

- Circuito del apagador **\$j** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$l** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de maneras simultánea.

3.2.2.1.1.3.10. Problemas de iluminación interna en aulas 4, 5, 11, 12 y Baños

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para las aulas 4, 5, 11, 12 y Baños:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia al plano 20 “Circuito eléctrico actual en luminarias de Aulas externas 4, 5, 11, 12 y baños”; se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área.

Problemas de sectorización de circuitos en aula 11

- Circuito del apagador **\$g** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$h** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona2, zona 3 y zona 4 de manera simultánea.
- Circuito de apagador **\$i** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1, zona 2 y zona 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador **\$j** controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 3 y zona 4 de manera simultánea.

3.2.2.1.1.3.11. Problemas encontrados en Instituto del agua.

Se analizan los tres tipos de problemas del sistema iluminación interna, descritos para las aulas 4, 5, 11, 12 y Baños:



Problemas por sectorización de circuitos de iluminación interna

En referencia al plano 21 “Circuito eléctrico actual en luminarias del edificio Instituto de Agua”; se tienen los circuitos que presentan problemas de sectorización de luminarias al controlar lámparas de más de un área:

- Circuito del apagador \$a controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea en la oficina 1.
- Circuito del apagador \$d controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 3 de manera simultánea en la oficina 1.
- Circuito del apagador \$e controla las luminarias de las siguientes áreas: pasillo 1, pasillo 2 y pasillo 3 de manera simultánea.
- Circuito del apagador \$s controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea en la oficina 2.
- Circuito del apagador \$m controla las luminarias de las siguientes áreas: zona 1 y zona 2 de manera simultánea en sala de conferencias.

Para cerrar el diagnóstico del sistema de iluminación se menciona que soluciona cada problema corresponde a evitar el desperdicio eléctrico y ahorrar energía.

3.2.2.1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERNA DE LA UES-FMOcc

El propósito del diagnóstico es cuantificar cuánta electricidad está consumiendo la universidad para iluminar zonas verdes, pasillos externos a edificios, parqueos, calles, jardines, fuentes, entre otros que comprende la iluminación externa; luego analizar si el consumo es demasiado alto a causa de desperdicios de energía por funcionamiento incorrecto del sistema, y si lo anterior es cierto encontrar las causas del funcionamiento incorrecto que causa desperdicio de energía, para luego plantear acciones que corrijan las causas del desperdicio de energía eléctrica.

Como se hizo para los demás, el diagnóstico de iluminación externa se presenta en tres etapas para mejor organización. Estas son:

- Descripción del sistema de iluminación externa
- Presentación de datos del sistema de iluminación externa
- Análisis de datos del sistema de iluminación externa

Se comienza en seguida con la descripción del sistema.



3.2.2.1.2.1. Descripción de sistema de iluminación externa

La iluminación exterior correctamente realizada permite descongestionar parcialmente el tránsito de día desplazándolo hacia el tránsito de noche, por otra parte el alumbrado debe permitir a la comunidad universitaria ver sin riesgo de error o de deslumbramiento todo obstáculo que sea percatado.

En el siguiente apartado se muestra la situación de la iluminación externa que actualmente posee la UES-FMOcc, además de diferentes aspectos que están relacionados en el consumo eléctrico de la facultad. El tipo de luminaria para el uso externo que actualmente posee la Universidad se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 3.97. Especificaciones técnicas de luminaria externa actual de la UES-FMOcc.

Lampara Fluorescente t8		TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE	Foco Fluorescente		TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE
		Marca	Philips	Marca			Sylvania		
		Potencia	32 watts	Potencia			27 watts		
		Lúmenes	2,100 lm	Lúmenes			1,760 lm		
		T. Color	3,000 K	T. Color			6,500 K		
		Vida Útil	30,000 hrs	Vida Útil			8,000 hrs		
Costo	\$1.40	Costo	\$5.10						
Foco Fluorescente		TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE	Foco Haluro Metal		TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE
		Marca	Sylvania	Marca			Sylvania		
		Potencia	85 watts	Potencia			250 watts		
		Lúmenes	4,900 lm	Lúmenes			19,500 lm		
		T. Color	6,500 K	T. Color			3,700 K		
		Vida Útil	8,000 hrs	Vida Útil			14,000 hrs		
Costo	\$19.20	Costo	\$14.25						
Mercurio Transparente		TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE	Mercurio Nevado		TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE
		Marca	Philips	Marca			Philips		
		Potencia	175 watts	Potencia			175 watts		
		Lúmenes	7,700 lm	Lúmenes			7,900 lm		
		T. Color	5,900 K	T. Color			4,100 K		
		Vida Útil	24,000 hrs	Vida Útil			24,000 hrs		
Costo	\$4.05	Costo	\$4.85						

Lampara LED Master	TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE	Foco Incandescente	TIPO DE LUMINARIA	ATRIBUTO	DETALLE		
			Marca		Philips			Marca	Philips
			Potencia		19 watts			Potencia	100 watts
			Lúmenes		1,650 lm			Lúmenes	1,560 lm
			T. Color		4000 K			T. Color	3000 K
			Vida Útil		40,000 hrs			Vida Útil	1000 hrs
	Costo	\$15.75		Costo	\$ 0.40				

Fuente: Propia.

3.2.2.1.2.2. Presentación de datos del Sistema de Iluminación Externa

Se presentan los datos del horario de uso y el consumo de energía por iluminación externa en la universidad.

3.2.2.1.2.2.1. Horario de uso del Sistema de Iluminación Externa

Fue de vital importancia determinar por medio de la observación directa e información que se recopiló del personal operativo (mantenimiento y vigilancia) el promedio de tiempo que la iluminación externa demanda diariamente, ya que por medio de este tiempo y de las especificaciones técnicas de cada una de las lámparas puede determinarse el consumo eléctrico diario.

La investigación resultó que todas las luminarias externas se encienden a las 5:30 pm, luego se apaga una porción de estas al término de las clases a las 9:00 pm y la otra porción se mantiene funcionando hasta las 6:00 am del siguiente día. Como resultado se obtiene un tiempo de uso de 3.5 (5:30 pm a 9:00 pm) para una porción de lámparas y de 12.5 (5:30 pm a 6:00 am) para la otra porción. Ubicando estos horarios de uso en las tarifas resto (5:00 am a 5:59 pm), punta (6:00 pm a 10:59 pm) y valle (11:00 pm a 5:59 am) se obtiene el siguiente horario de uso del sistema de iluminación externa.

Tabla 3.98. Horario de consumo para las luminarias externas que operan 12.5 horas.

LUMINARIA EXTERNA CON USO DE 12.5 HORAS		
TARIFAS DE CONSUMO	PERIODO DE TIEMPOS	HORAS DE USO
Hora Resto	(05:30 pm a 06:00 pm) + (05:00 am a 06:00 am)	1.5
Hora Punta	06:00 pm a 11:00 pm	5
Hora Valle	11:00 pm a 05:00 am	6
TOTAL DE HORAS		12.5

Fuente: Propia.

Tabla 3.99. Horario de consumo para las luminarias externas que operan 3.5 horas.

LUMINARIA EXTERNA CON USO DE 3.5 HORAS		
TARIFAS DE CONSUMO	PERIODOS DE TIEMPOS	HORAS DE USO
Hora Resto	05:30 pm a 06:00 pm	0.5
Hora Punta	06:00 pm a 09:00 pm	3
TOTAL DE HORAS		3.5

Fuente: Propia.

3.2.2.1.2.2.2. Consumo de energía del Sistema de Iluminación Externa

Las siguientes tablas presentan el consumo eléctrico de las luminarias que tienen un horario uso de 12.5 horas (5:30 pm a 06:00 am) y las luminarias que tienen un horario de uso de 3.5 horas (05:30 pm a 09:00 pm). La parte central de las tablas detalla la cantidad de luminarias instaladas en relación al tipo de luminaria descrito en la parte izquierda, y al área donde se instaló descrito en la parte superior. El consumo de energía en kwh se detalla por área en la parte inferior y por tipo de luminaria en la parte izquierda.

Tabla 3.100. Consumo de electricidad para luminarias que tienen un horario de uso de 12.5.

TIPO DE LUMINARIA		POTENCIA (Watts)	AREA (Ubicación de la luminaria)																
Foco de Mercurio	Ne vado	175	1	1	1	1	4	1	3	1		1	1	1	1				
	Transparente	175				2	2							2					
Foco de Sodio Haluro Metal		250																	
Foco Incandescente		100																	
Foco Fluorescente (Ahorrador)	Grandes	85	1								1								
	Pequeñas	27															1	1	
Lámpara Fluorescente		32																	

Consumo en KWh por Área				
	Total	Valle	Punta	Resto
3.25	1.56	1.3	0.39	0.39
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
6.5625	3.15	2.625	0.7875	0.7875
13.125	6.3	5.25	1.575	1.575
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
6.5625	3.15	2.625	0.7875	0.7875
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
1.0625	0.51	0.425	0.1275	0.1275
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
4.375	2.1	1.75	0.525	0.525
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
4.375	2.1	1.75	0.525	0.525
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
2.1875	1.05	0.875	0.2625	0.2625
5.4375	2.61	2.175	0.6525	0.6525
4.375	2.1	1.75	0.525	0.525
5.4375	2.61	2.175	0.6525	0.6525
74.25				

Consumo en KWh por tipo de luminaria			
Resto	Punta	Valle	Total
5.25	17.5	21	43.75
3.15	10.5	12.6	26.25
0	0	0	0
0	0	0	0
0.51	1.7	2.04	4.25
0	0	0	0
0	0	0	0
			74.25

Consumo total en KWh	8.91	29.7	35.64	
Costo total de Consumo	1.7124396	5.6521179	6.6124318	13.98

Fuente: Propia.

Tabla 3.101. Consumo de electricidad para luminarias que tienen un horario de uso de 3.5.

TIPO DE LUMINARIA	Potencia (Watts)	AREA (Ubicación de la luminaria)																			
Foco de Mercurio	Nevado	175				4														2	
	Transparente	175														1			1		
Foco de Sodio Haluro metal	250								1									2	2		
Foco Incandescente	100			4		1				4		1	3								
Foco Fluorescente	Grandes	85		1																	
	Pequeñas	27			2																
Lámpara Fluorescente	32		8				19		1	6	14	2			22				2	9	
Lámparas LED	19																			20	

Consumo en KWh por Área		
Total	Punta	Resto
0.896	0.768	0.128
0.2975	0.255	0.0425
1.4	1.2	0.2
0.189	0.162	0.027
2.45	2.1	0.35
0.35	0.3	0.05
2.128	1.824	0.304
0.875	0.75	0.125
0.112	0.096	0.016
2.072	1.776	0.296
1.568	1.344	0.224
0.574	0.492	0.082
1.05	0.9	0.15
0.6125	0.525	0.0875
2.464	2.112	0.352
0.6125	0.525	0.0875
2.975	2.55	0.425
1.75	1.5	0.25
0.224	0.192	0.032
1.008	0.864	0.144
2.352	2.016	0.336
1.75	1.5	0.25
6.125	5.25	0.875
1.75	1.5	0.25
1.33	1.14	0.19
2.625	2.25	0.375
39.54		

Consumo total en KWh por tipo de luminaria		
Resto	Valle	Total
0.525	3.15	3.675
0.175	1.05	1.225
2.375	14.25	16.625
0.65	3.9	4.55
0.0425	0.255	0.2975
0.027	0.162	0.189
1.664	9.984	11.648
0.19	1.14	1.33
		39.54

Consumo total en KWh	5.6485	33.891
Costo total de Consumo	1.0856022	6.4496945
		7.54

Fuente: Propia.

3.2.2.1.2.3. Análisis de sistema de iluminación externa

El mejoramiento de las condiciones de visibilidad constituye un medio eficaz para reducir la frecuencia de los accidentes y para aumentar la capacidad de tránsito. En la Universidad, en lo que respecta a la luminaria externa se pudo determinar diferentes problemas que no solo afectan la visibilidad de tránsito si no que aumentan la inseguridad delincinencial de la Facultad. A continuación se muestran algunos de esos problemas encontrados.

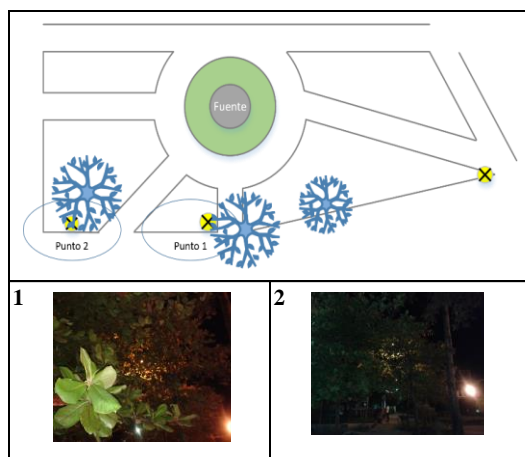


Figura 3.76. Problema iluminación externa: Ramas de árboles obstruyen lámparas cerca de la fuente.
Fuente: Propia.

- **Punto 1 y 2:** En ellos se muestra, como algunas ramas de los árboles impiden la iluminación óptima de dichas luminarias afectando en cierta manera el tránsito peatonal en los pasillos cercanos a la fuente.

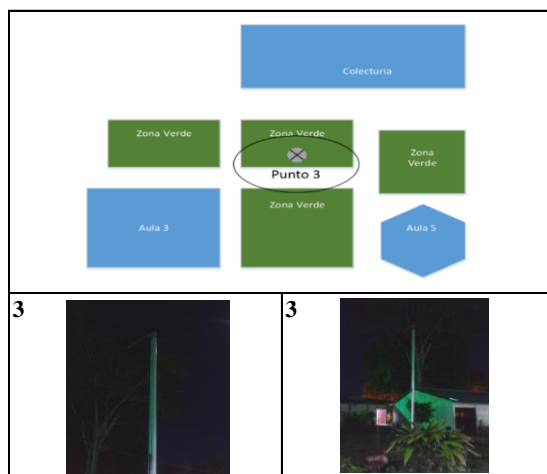


Figura 3.77. Problema iluminación externa: Poste sub-utilizado entre el aula 3 y colecturía.
Figura Propia

- **Punto 3:** Existen problemas de iluminación en el sector que esta entre el departamento de letras, colecturía y el aula 3, teniendo en esa zona verde un poste que esta subutilizado.

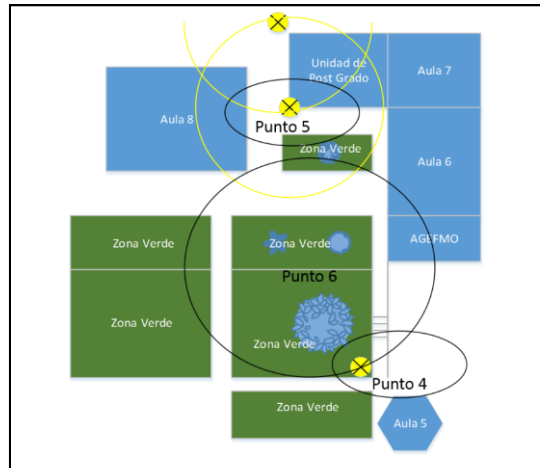


Figura 3.78. Problema iluminación externa: Ubicación inapropiada de luminarias en aula 8.
Fuente: Propia.

- **Punto 4:** La luminaria que está situada en el lado sur-este del Aula 5 presenta problemas de encendido, ya que esta trabaja de forma intermitente, es decir, pasa más tiempo apagada que encendida generando un costo de consumo innecesario además de minimizar la seguridad e iluminación de esa zona.
- **Punto 5:** Se presenta con esta luminaria un problema de ubicación, ya que de forma cercana tiene otra luminaria; esto genera en la primera un uso subutilizado.
- **Punto 6:** En este sector se presentan problemas de iluminación debido a la poca luz que genera la luminaria del punto 5, ya que está mal ubicada, además del impedimento que generan algunas ramas de los árboles situados en las zonas verdes de este sector.

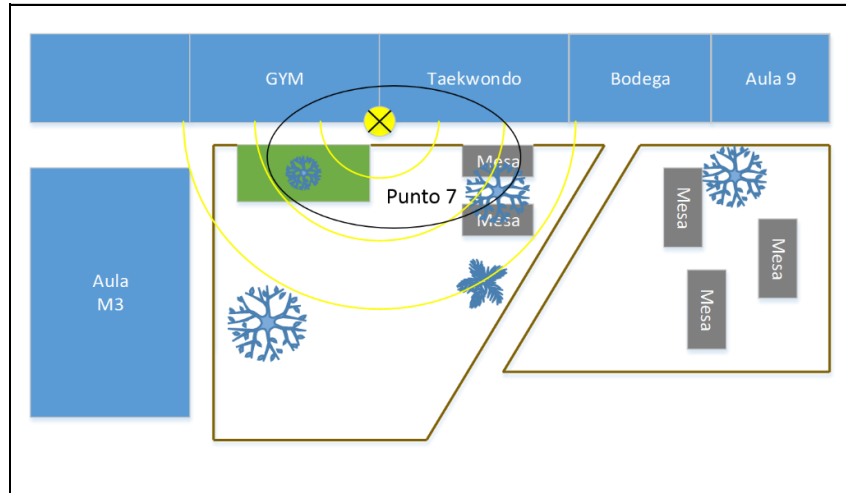


Figura 3.79. Problema iluminación externa: Ubicación inapropiada de luminaria en Gimnasio.
Fuente Propia

- **Punto 7:** En esta iluminación se presentan problemas de ubicación que genera un uso subutilizado, ya que parte del rango de iluminación está sobre el techo de deporte (Gym y Taekwondo).

Por dicho problema se ven afectadas de iluminación otras áreas o pasillos ubicados en este sector.

3.2.2.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE OFIMÁTICA DE LA UES-FMOcc

Este diagnóstico investiga el consumo eléctrico por todo equipo de ofimática instalado en la universidad, luego se analiza el consumo para definir si es demasiado alto debido a situaciones que generan desperdicio de energía (funcionamiento incorrecto del sistema), si lo anterior es verdadero se identifican las causas generadoras del desperdicio, y por último se plantean acciones para solucionar dichas causas de desperdicio de electricidad.

En el diagnóstico del sistema de equipo ofimático se cuantifica el consumo eléctrico de cada computadora, impresora, fotocopiadora, entre otros que se utilizan en oficinas. Es importante realizar el diagnóstico de este equipo para cada edificio, como se hizo antes para el sistema de iluminación; esto permite individualizar el análisis y las responsabilidades en caso de encontrar situaciones donde se desperdicie energía. En este diagnóstico solo se analiza la instalación Eléctrica-Electrónica del equipo en el edificio, ya que, la instalación

estructural de éste y su diseño no condicionan el consumo de electricidad del sistema de equipo ofimático, salvo el caso donde se instala aire acondicionado en centros de cómputo para controlar la temperatura; pero esto se analiza en el diagnóstico del sistema de climatización. Como es costumbre ya, el diagnóstico se presenta en tres etapas para una mejor organización. Estas son:

- Descripción del sistema de equipo ofimático
- Presentación de datos del sistema de equipo ofimático
- Análisis de datos del sistema de equipo ofimático

Se desarrolla cada una de las etapas del diagnóstico a continuación.

3.2.2.2.1. Descripción del Sistema de Ofimática

El Sistema de Ofimática se refiere a todo artefacto eléctrico o electrónico utilizado para desarrollar actividades de oficina. Este equipo en su mayoría está conformado por computadoras, impresora, UPS's y fotocopiadoras; pero también se incluyen cafeteras, refrigeradoras, oasis, entre otros que se utilizan en oficinas; se incluye también en este sistema el equipo de laboratorios y de talleres de la facultad, como: equipo de laboratorios de Medicina, de Biología; de Física, entre otros; y el equipo de los talleres de mantenimiento, taller industrial, entre otros.

El objetivo es describir el consumo de energía de las instalaciones de equipo ofimático para cada edificio de la universidad en kilowatt-hora (kwh). Para obtenerlo se investiga la carga en kilowatt (kw) que representa el equipo instalado y el tiempo en horas (h) que se utiliza éste en un día promedio, la combinación de ambos proporciona el consumo de energía. La carga en kw se obtiene de la etiqueta de especificaciones técnicas del fabricante colocada en cada equipo, en ocasiones la etiqueta se encuentra en unidades diferentes de potencia o se encuentra expresada en términos de corriente (amperios) y voltaje (volts); el tiempo de uso del equipo en un día promedio se obtiene preguntando al usuario del equipo de oficina, puede preguntarse el uso en horas por semana y luego obtener el promedio de un día para mayor precisión.

Se contabiliza el consumo de electricidad de cada aparato de oficina para cada edificio (Censo de equipo electrónico), cuantificándolo con el procedimiento anteriormente descrito; así logra visualizarse cuanta energía gasta este sistema en cada edificio y también cuanto representa del total de la factura.

Hay que tomar en cuenta que si los resultados del censo eléctrico no se aproximan al consumo de energía que precisa la factura, debe considerarse que los aparatos varían el consumo teórico que indican las especificaciones dependiendo del estado en que se encuentre y de las condiciones en que opere. Es decir, un aparato en mal estado o muy viejo rinde menos que uno nuevo y por lo tanto va consumir más de lo que indican sus especificaciones. La información presentada en las siguientes tablas resume consumo de electricidad obtenido para cada edificio en el Sistema de Ofimática.

3.2.2.2.2. Presentación de datos de Sistema de Ofimática

Se presenta el consumo de energía eléctrica obtenido para cada edificio. Éste fue medido indirectamente a través del procedimiento descrito en la parte anterior, donde se calcula el consumo de electricidad según la información de potencia eléctrica obtenida de las especificaciones del fabricante (kw) y de la información del tiempo de uso en horas obtenido de los usuarios de cada equipo de oficina (h).

Los datos de consumo eléctrico se presentan en tablas. A continuación se hace una descripción general de las tablas que presentan los datos.

1	Equipo	3 Carga		4 Cantidad	5 Carga instalada Kw	6 Rendimiento del equipo	7 Especificación del equipo		8 Horas de uso aproximado	9 Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
		Biología	Monitor CRT				1.2			
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Monitor LCD	1.5		7	1.16	90%	1.35		2.1	2.18
	CPU	7		7	5.39	78%	5.46		2.1	8.83
	UPS	1.06		7	0.82	90%	0.954		2.1	1.54

Figura 3.80. Descripción de tablas de consumo eléctrico por equipo de oficina
Fuente: Propia.

- 1) La columna 1 detalla el área donde se describe el consumo eléctrico del equipo de oficina.
- 2) La columna 2 describe el tipo de equipo ofimático instalado en cada área.
- 3) La columna 3 manifiesta la carga eléctrica que representa cada equipo de oficina instalado, este se detalla en corriente eléctrica (amperios) o potencia eléctrica (watts).
- 4) La columna 4 detalla la cantidad de cada tipo de equipo instalado.
- 5) La columna 5 describe la carga eléctrica instalada en kilowatts (kw). Resulta de multiplicar la corriente (amperios) de la columna 3 por un voltaje de trabajo de 110 volts, dividiendo el resultado entre mil.
- 6) La columna 6 manifiesta el rendimiento promedio del equipo. Equipo electrónico como computadoras no trabajan al 100% de la capacidad especificada por fabricante, sino a capacidad menor; lo mismo ocurre con monitores, impresoras, entre otros. Esta columna detalla la capacidad de funcionamiento promedio.
- 7) La columna 7 precisa el rendimiento promedio del equipo, pero ahora como carga eléctrica en unidades de corriente (amperios) o potencia eléctrica (watts). Es resultado de expresar la columna 3 al rendimiento del equipo precisado en la columna 6.
- 8) La columna 8 detalla las horas de uso promedio de cada equipo de oficina.
- 9) La columna 9 presenta el consumo de energía eléctrica. Este resulta de multiplicar las columnas 5, 6 y 8.

3.2.2.2.1. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Biología

Tabla 3.102. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Biología.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Biología	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.02		5	0.56
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Monitor LCD	1.5		7	1.16	90%	1.35		2.1	2.18
	CPU	7		7	5.39	78%	5.46		2.1	8.83
	UPS	1.06		7	0.82	90%	0.954		2.1	1.54
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		45	1	0.05
	Ventilador de mesa		20	2	0.04	100%		20	1	0.04
	Impresora	9.29		1	1.02	7%	0.65		0.2	0.01
			Carga total			9.49		Consumo total		

Fuente: Propia.

3.2.2.2.2. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Economía

Tabla 3.103. Consumo de energía por ofimática en edificio de Economía. 1^{er} nivel.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Departamento de Física	Monitor LCD De 17 pulg.	1.5		3	0.50	85%	1.275		2.1	0.88
	Monitor CRT	1.4		1	0.15	90%	1.26		2.1	0.29
	CPU	7		4	3.08	78%	5.46		2.1	5.05
	UPS	1.06		4	0.47	90%	0.954		2.1	0.88
	Cafetera		109	1	0.11	100%		109	2	0.22
	Ventilador de pedestal		70	1	0.07	100%		70	1	0.07
	Impresora	9.59		1	1.06	49%	4.7		0.2	0.10
	Impresora	10		1	1.10	7%	0.7		0.2	0.02
Laboratorio de informática de Física	Monitor LCD De 17 pulg.	1.4		3	0.46	100%	1.4		0	0.00
	CPU	7		4	3.08	78%	5.5		0	0.00
	Monitor CRT	1.2		1	0.13	100%	1.2		0	0.00
	UPS	1.06		3	0.35	100%	1.06		0	0.00
		Carga total			10.55				Consumo total	7.51

Fuente: Propia.

Tabla 3.104. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Economía, 2^{do} nivel.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Departamento de Ciencias Económicas	Monitor LCD	1.5		7	1.16	85%	1.275		2.1	2.06
	CPU	7		7	5.39	78%	5.46		2.1	8.83
	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		5	0.58	90%	0.954		2.1	1.10
	Impresora	9.4		1	1.04	52%	4.9		1	0.54
	Ventilador de pedestal		127	1	0.13	100%		127	1	0.13
	Impresora	9.57		1	1.05	23%	2.2		3	0.73
	Oasis		420	1	0.42	100%		420	5	2.10
	Impresora	9.4		1	1.03	52%	4.9		0.2	0.11
	Ventilador de pedestal		40	1	0.04	100%		40	2	0.08
Departamento de Química	Monitor LCD	1.5		4	0.66	85%	1.275		2.1	1.18
	CPU	7		4	3.08	78%	5.46		2.1	5.05
	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	Impresora	10		1	1.10	6%	0.6		0.2	0.01
	Ventilador de pedestal		40	1	0.04	100%		40	1	0.04
	Impresora	9.59		1	1.05	49%	4.7		0.2	0.10
	Cafetera	8.75		1	0.96	100%	8.75		2	1.93
	Oasis	4.7		1	0.52	100%	4.7		3	1.55
Impresora	9.3		1	1.02	7%	0.65		0.2	0.01	

Laboratorio Investigación de Química	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.02		5	0.56
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.6		1	0.18	90%	1.44		5	0.79
	Refrigeradora		1.23	1	0.00	100%		1.23		1.23
Bodega y oficina laboratorios de química	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		2.1	0.29
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		2.1	1.26
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		2.1	0.22
	Impresora	9		1	0.99	10%	0.9		0.5	0.05
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		45	1	0.05
	Horno	8.9		1	0.98	100%	8.9			0.00
Laboratorio química	Bascula	0.5		3	0.17	100%	0.5		0	0.00
	Horno	5		1	0.55	100%	5		0	0.00
				Carga total	26.19				Consumo total	40.41

Fuente: Propia.

Tabla 3.105. Consumo de energía por ofimática en edificio de Economía, 3^{er} nivel.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Sala de docentes de Economía	Ventilador de pedestal		45	2	0.09	100%		40	1	0.08
Biblioteca de Economía	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.02		2	0.22
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		2	1.20
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		2	0.21
	Impresora	9.3		1	1.02	7%	0.65		0.25	0.02
	Ventilador de pedestal		40	1	0.04	100%		40	1	0.04
			Carga total	2.17				Consumo total	1.77	

Fuente: Propia.

3.2.2.2.3. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Oficinas Administrativas

Tabla 3.106. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Oficinas Administrativas.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del Equipo	Especificación del equipo		Horas de uso Aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Académica	Monitor LCD	1.5		10	1.65	85%	1.275		5	7.01
	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.02		5	0.56
	CPU	7		11	8.47	78%	5.46		5	33.03
	UPS	1.06		11	1.28	90%	0.954		5	5.77
	Fotocopiadora	4.6		1	0.51	100%	4.6		3	1.52
	Impresora	9.4		3	3.10	52%	4.9		1	1.62
	Oasis	4.7		1	0.52	100%	4.7		4	2.07
derechos universitari	Monitor LCD	0.7		1	0.08	85%	0.595		5	0.33
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	Impresora	10		1	1.10	7%	0.7		0.02	0.00
	Ventilador de mesa	0.45		1	0.05	100%	0.45		2	0.10
Oficina Transpo	Monitor LCD	1.2		1	0.13	85%	1.02		5	0.56
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	Impresora	10		1	1.10	7%	0.7		0.02	0.00
Administración Financiera	Monitor LCD	1.7		4	0.75	85%	1.445		5	3.18
	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.02		5	0.56
	CPU	7		5	3.85	78%	5.46		5	15.02
	UPS	1.06		4	0.47	90%	0.954		5	2.10
	Fotocopiadora	4.3		1	0.47	100%	4.3		3	1.42
	Fotocopiadora	4.6		2	1.01	100%	4.6		0.5	0.51
	Calculadora	0.17		2	0.04	100%	0.17		5	0.19
	Fax	2.3		2	0.51	100%	2.3		5	2.53
Impresora	9.55		1	1.05	45%	4.3		0.2	0.09	
Estudio Socio Económico	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Impresora	9.55		1	1.05	45%	4.3		0.02	0.01
	Escáner	1.5		1	0.17	100%	1.5		0.02	0.00
	Impresora	9.55		1	1.05	45%	4.3		0.02	0.01
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		75	3	0.23
Cafetera		600	1	0.60	100%		600	2	1.20	
Oficina de RR HH	Monitor LCD	1.5		3	0.50	85%	1.275		5	2.10
	CPU	7		3	2.31	78%	5.46		5	9.01
	UPS	1.06		3	0.35	90%	0.954		5	1.57
	Impresora	9.47		1	1.04	57%	5.4		0.02	0.01
	Fotocopiadora	4.9		1	0.54	100%	4.9		0.02	0.01
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		45	2	0.09
	Triturador de papel	3.8		1	0.42	100%	3.8		1	0.42
Departamento de Letras	Monitor LCD	1.5		5	0.83	85%	1.275		2.1	1.47
	CPU	7		7	5.39	78%	5.46		2.1	8.83
	UPS	1.06		4	0.47	90%	0.954		2.1	0.88
	Monitor CRT	1.2		2	0.26	85%	1.02		2.1	0.47
	Impresora	9.4		1	1.03	52%	4.9		0.5	0.27
	Ventilador de pedestal		45	2	0.09	100%		45	3	0.27
	Impresora	9.3		2	2.05	7%	0.65		0.3	0.04
	Impresora	9.4		1	1.03	52%	4.9		1	0.54
	Oasis		450	1	0.45	100%		450	4	1.80
Impresora	8.25		1	0.91	4%	0.33		2	0.07	
		Carga total			49.60				Total	117.71

Fuente: Propia.

3.2.2.2.4. Consumo eléctrico por ofimática en AGEFMO

Tabla 3.107. Consumo eléctrico por ofimática en AGEFMO.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
AGEFMO	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Impresora	9.47		1	1.04	57%	5.4		4	2.38
	Televisor		200	1	0.20	100%		200	1	0.20
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		45	2	0.09
	Radio		12	1	0.01	100%		12	1	0.01
		Carga total			2.35		Consumo total			6.91

Fuente: Propia.

3.2.2.2.5. Consumo eléctrico por ofimática en Clínica Extramural

Tabla 3.108. Consumo eléctrico por ofimática en Clínica Extramural.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Clínica Odontológica	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5.025	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5.025	3.02
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5.025	0.53
	Impresora	9.17		1	1.01	12%	1.1		0.25	0.03
	Autoclave (Esterilizador)	9		1	0.99	100%	9		0.75	0.74
	Biosonic (Descontaminante)	7		1	0.77	100%	7		0.75	0.58
	Oasis	4.7		1	0.52	100%	4.7		3	1.55
	Refrigeradora		840	1	0.84	100%		840	4	3.36
	Rayos X	0.007		1	0.00	100%	0.007		0	0.00
	Ventilador de pedestal		45	2	0.09	100%		45	1	0.09
	Lámpara dental	0.53		4	0.23	100%	0.53		2	0.47
Radio		12	1	0.01	100%		12	0.5	0.01	
		Carga total			5.51		Consumo total			11.07

Fuente: Propia.

3.2.2.2.6. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Ciencias Jurídicas

Tabla 3.109. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Ciencias Jurídicas.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Edificio de Ciencias Jurídicas	Monitor LCD	1.5		4	0.66	85%	1.275		2.1	1.18
	CPU	7		4	3.08	78%	5.46		2.1	5.05
	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		3	0.35	90%	0.954		2.1	0.66
	Impresora	10		2	2.20	7%	0.7		0.2	0.03
	Ventilador de pedestal		45	2	0.09	100%		45	1	0.09
	Ventilador de mesa		20	2	0.04	100%		20	1	0.04
	Oasis	1.4		1	0.15	100%	1.4		0	0.00
	Televisor		200	1	0.20	100%		200	0.25	0.05
		Carga total			7.71		Consumo total			10.80

Fuente: Propia.

3.2.2.2.7. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Carreras Múltiples

Tabla 3.110. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Carreras Múltiples, 1^{er} nivel.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Oficina de Biblioteca	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	Monitor CRT	1.2		1	0.13	90%	1.08		5	0.59
	CPU	7		2	1.54	78%	5.46		5	6.16
	UPS	1.06		2	0.23	90%	0.954		5	1.05
	Impresora	9.17		1	1.01	12%	1.1		4	0.48
	Radio		10	1	0.01	100%		10	4	0.04
	Teléfono	0.7		1	0.08	100%	0.7		9	0.69
	Oasis	4.7		1	0.52	100%	4.7		4	2.07
	Radio		8	1	0.01	100%		8	1	0.01
	Cafetera		625	1	0.63	100%		625	2	1.25
Hemeroteca	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.02		5	0.56
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Ventilador de mesa		16	1	0.02	100%		16	3	0.05
Centro de Computo	Monitor LCD	1.5		5	0.83	85%	1.275		4	2.81
	Monitor CRT	1.2		11	1.45	85%	1.02		4	4.94
	CPU	7		16	12.32	78%	5.46		4	38.44
	UPS	1.06		16	1.87	90%	0.954		4	6.72
Sala de Fotocopadoras	Fotocopiadora	9.5		3	3.14	100%	9.5		6	18.81
	Radio		20	1	0.02	100%		20	3	0.06
	Engrapadora	0.3		1	0.03	100%	0.3		6	0.20
Biblioteca	Monitor CRT	1.2		4	0.53	85%	1.02		5	2.24
	CPU	7		4	3.08	78%	5.46		5	12.01
	UPS	1.6		4	0.70	90%	1.44		5	3.17
				Carga total	29.31				Consumo total	106.58

Fuente: Propia.

Tabla 3.111. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Carreras Múltiples, 2^{do} nivel.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en Kwh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Departamento de Idiomas	Monitor LCD	1.6		1	0.18	85%	1.36		5	0.75
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Monitor LCD	1.6		8	1.41	85%	1.36		2.1	2.51
	CPU	7		8	6.16	78%	5.46		2.1	10.09
	UPS	1.06		8	0.93	90%	0.954		2.1	1.76
	Impresora	9.4		6	6.20	52%	4.9		0.5	1.62
	Engrapadora	0.3		2	0.07	100%	0.3		2	0.13
	Cafetera		625	1	0.63	100%		625	2	1.25
	Ventilador de pedestal		40	4	0.16	100%		40	2	0.32
	Ventilador de mesa		10	3	0.03	100%		10	2	0.06
	Cafetera		900	1	0.90	100%		900	1	0.90
	Oasis	5.5		1	0.61	100%	5.5		5	3.03

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Lab I de Idiomas	Monitor LCD	1.6		20	3.52	85%	1.36		1	2.99	
	CPU	7		20	15.40	78%	5.46		1	12.01	
	UPS	1.06		20	2.33	90%	0.954		1	2.10	
Departamento de Ingeniería	Monitor LCD	1.6		1	0.18	85%	1.36		5	0.75	
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00	
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52	
	Monitor LCD	1.6		1	0.18	85%	1.36		2.1	0.31	
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		2.1	1.26	
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		2.1	0.22	
	Monitor LCD	1.6		20	3.52	85%	1.36		2.1	6.28	
	CPU	7		20	15.40	78%	5.46		2.1	25.23	
	UPS	1.06		20	2.33	90%	0.954		2.1	4.41	
	Impresora	9.4		1	1.03	52%	4.9		0.02	0.01	
	Engrapadora	0.3		1	0.03	100%	0.3		5	0.17	
	Teléfono	0.5		1	0.06	100%	0.5		24	1.32	
	Regulador de voltaje	1.6		1	0.18	100%	1.6		2	0.35	
	Ventilador de pedestal			45	13	0.59	100%		45	4	2.34
	Regulador de voltaje			600	1	0.60	100%		600	4	2.40
	Ventilador de pedestal			45	1	0.05	100%		45	2	0.09
Cafetera			1090	1	1.09	100%		1090	3	3.27	
Oasis	4.7		1	0.52	100%	4.7		5	2.59		
Cámara de refrigeración Coca			366	1	0.37	100%		366	5	1.83	
Microondas	11		1	1.21	100%	11		1	1.21		
Ce. de computo de Ingeniería	Monitor LCD	1.5		31	5.12	85%	1.275		4	17.39	
	CPU	7		31	23.87	78%	5.46		4	74.47	
	UPS	1.06		31	3.61	90%	0.954		4	13.01	
	Cañón	3.3		1	0.36	100%	3.3		0.5	0.18	
				Carga total	101.46				Consumo total	205.67	

Fuente: Propia.

Tabla 3.112. Carga instalada por ofimática en edificio de Carreras Múltiples, 3^{er} nivel.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Departamento de Matemática	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.5		5	0.83
	CPU	7		1	0.77	78%	5.5		5	3.03
	UPS	1.06		1	0.12	100%	1.06		5	0.58
	Monitor CRT	1.2		1	0.13	85%	1.2		2.1	0.28
	CPU	7		1	0.77	78%	5.5		2.1	1.27
	UPS	1.06		1	0.12	100%	1.06		2.1	0.24
	Monitor LCD	1.5		8	1.32	85%	1.5		2.1	2.77
	CPU	7		8	6.16	78%	5.5		2.1	10.16
	UPS	1.06		8	0.93	100%	1.06		2.1	1.96
	Ventilador de pedestal		45	3	0.14	100%		45	4	0.54
	Impresora	9.4		1	1.03	52%	4.9		3	1.62
	Impresora	9.57		2	2.10	23%	2.2		0.5	0.24
	Cafetera	8.75		1	0.96	100%	8.75		2	1.93
	Oasis		612	1	0.61	100%		612	4	2.45

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Ce. de Computo	Monitor LCD	1.5		13	2.15	85%	1.5		1	2.15	
	CPU	7		13	10.01	78%	5.5		1	7.87	
	UPS	1.06		7	0.82	100%	1.06		1	0.82	
	Cañón	3.3		1	0.36	100%	3.3		2	0.73	
Departamento de Ciencias Sociales	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.5		5	0.83	
	CPU	7		1	0.77	78%	5.5		5	3.03	
	UPS	1.06		1	0.12	100%	1.06		5	0.58	
	Monitor CRT	1.2		3	0.40	85%	1.2		2.1	0.83	
	CPU	7		3	2.31	78%	5.5		2.1	3.81	
	UPS	1.06		3	0.35	100%	1.06		2.1	0.73	
	Monitor LCD	1.5		6	0.99	85%	1.5		2.1	2.08	
	CPU	7		6	4.62	78%	5.5		2.1	7.62	
	UPS	1.06		6	0.70	100%	1.06		2.1	1.47	
	Teléfono	0.25		1	0.03	100%	0.25		24	0.66	
	Impresora	9.57		1	1.05	47%	4.5		3	1.49	
	Ventilador de pedestal		40	1	0.04	100%		40	2	0.08	
	Ventilador de mesa		15	1	0.02	100%		15	2	0.03	
	Decanato	Monitor LCD	1.5		2	0.33	85%	1.5		5	1.65
		CPU	7		2	1.54	78%	5.5		5	6.05
UPS		1.06		2	0.23	90%	1.06		5	1.17	
Monitor LCD		1.5		1	0.17	85%	1.5		5	0.83	
CPU		7		1	0.77	78%	6.7		5	3.69	
UPS		1.6		1	0.18	90%	1.6		5	0.88	
Impresora		9.55		2	2.10	45%	4.3		3	2.84	
Fax		3.5		1	0.39	100%	3.5		5	1.93	
Oasis		4.7		1	0.52	100%	4.7		4	2.07	
Impresora		9.57		2	2.11	23%	2.2		3	1.45	
				Carga total	48.5409					Consumo total	85.22

Fuente: Propia.

3.2.2.2.8. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Medicina

Tabla 3.113. Consumo eléctrico por ofimática en edificio de Medicina.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Secretaría	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		1	0.12	90%	0.954		5	0.52
	Impresora	9.52		1	1.05	63%	6		0.2	0.13
	Cafetera		109	1	0.11	100%		109	1	0.11
Sala de docentes	Cañón	2.8		2	0.62	100%	2.8		2	1.23
	Laptop	1.7		2	0.37	100%	1.7		2	0.75
	Monitor LCD	1.5		6	0.99	85%	1.275		2.1	1.77
	CPU	7		6	4.62	78%	5.46		2.1	7.57
	UPS	1.06		6	0.70	90%	0.954		2.1	1.32
	Cafetera		109	1	0.11	100%		109	0.5	0.05
	Oasis	5.5		1	0.61	100%	5.5		5	3.03
	Impresora	9.3		1	1.02	7%	0.65		0.2	0.01
	Impresora	9.58		2	2.11	73%	7		0.2	0.31

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Proyección Social	Monitor CRT	1.2		3	0.40	85%	1.02		5	1.68
	CPU	7		3	2.31	78%	5.46		5	9.01
	UPS	1.06		3	0.35	90%	0.954		5	1.57
Proyección Social	Monitor CRT	1.2		15	1.98	85%	1.02		0.5	0.84
	CPU	7		15	11.55	78%	5.46		0.5	4.50
	UPS	1.06		15	1.75	90%	0.954		0.5	0.79
Clínica	Monitor LCD	1.5		1	0.17	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		1	0.77	78%	5.46		5	3.00
	Impresora	9.4		1	1.03	52%	4.9		2	1.08
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		45	1	0.05
Extensión de idiomas	Monitor LCD	1.5		4	0.66	85%	1.275		5	2.81
	CPU	7		4	3.08	78%	5.46		5	12.01
	UPS	1.06		4	0.47	90%	0.954		5	2.10
	Ventilador de pedestal		45	1	0.05	100%		45	3	0.14
Laboratorio 1	Hielera		600	1	0.60	100%		600	8	4.80
	Refrigeradora		425 kWh/año		1.16	100%		425 kWh/año		1.16
	Equipo baño maría	6		1	0.66	100%	6		1	0.66
Laboratorio 2	Refrigeradora		370 kWh/año		1.01	100%		370 kWh/año		1.01
	Refrigeradora		409 kWh/año		1.12	100%		409 kWh/año		1.12
	Incubadora	5		2	1.10	100%	5		0.0027	0.00297
	Equipo baño maría	6		1	0.66	100%	6		1	0.66
				Carga total	44.26				Consumo total	70.20

Fuente: Propia.

3.2.2.2.2.9. Consumo eléctrico por ofimática en edificio N

Tabla 3.114. Consumo eléctrico por ofimática en edificio N.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Librería	Monitor LCD	1.5		2	0.33	85%	1.275		5	0.70
	CPU	7		2	1.54	78%	5.46		5	3.00
	UPS	1.06		2	0.23	90%	0.954		5	0.52
	Impresora	9.17		1	1.01	12%	1.1		0.5	0.06
	Impresora	9.51		1	1.05	82%	7.8		0.5	0.43
	Oasis	2.5		1	0.28	100%	2.5		4	1.10
	Radio		13	1	0.01	100%		13	1	0.01
				Carga total	4.45				Consumo total	5.83

Fuente: Propia.

3.2.2.2.10. Consumo eléctrico por ofimática en Taller Industrial

Tabla 3.115. Consumo eléctrico por ofimática en Taller Industrial.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Taller Ingeniería	Torno			1	0.00	100%			4	0.00
	Esmeril	6		1	0.66	100%	6		0.2	0.13
	Esmeril	4.2		1	0.46	100%	4.2		0.2	0.09
	Cierra circular		750	1	0.75	100%		750	3	2.25
	Taladro de columna		3200	2	6.40	100%		3200	1	6.40
	Taladro		186	1	0.19	100%		186	2	0.37
	Compresor	6.5 - 220v	1430	1	1.43	100%	6.5 - 220v	1430		0.00
	Soldador TIC		2500	1	2.50	100%		2500		0.00
	Lijadora	4.4		2	0.97	100%	4.4			0.00
	Radio		20	1	0.02	100%		20	4	0.08
	Cocina		85	1	0.09	100%		85		0.00
	Oasis	5.8		1	0.64	100%	5.8		5	3.19
	Horno Tostador		1440	1	1.44	100%		1440		0.00
	Reloj Despertador		8	1	0.01	100%		8	12	0.10
	Esmeril	7		1	0.77	100%	7		0.2	0.15
		Carga total			16.32				Consumo total	12.77

Fuente: Propia.

3.2.2.2.11. Consumo eléctrico por ofimática en Taller Mantenimiento

Tabla 3.116. Consumo eléctrico por ofimática en Taller de Mantenimiento.

	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
		Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Taller de Mantenimiento	Esmeril	6		1	0.66	100%	6		1	0.66
	Cierra Eléctrica		750	1	0.75	100%		750		0.00
	Taladro		186	1	0.19	100%		186	1	0.19
	Soldador TIC		2500	1	2.50	100%		2500		0.00
	Lijadora	4.4		1	0.48	100%	4.4		2	0.97
	Radio		25	1	0.03	100%		25	4	0.10
	Oasis	5.8		1	0.64	100%	5.8		4	2.55
	Cafetera	8.75		1	0.96	100%	8.75		2	1.93
	Pulidora		670	1	0.67	100%		670	1	0.67
	Transadora		2000	1	2.00	100%		2000	1	2.00
			Carga total			8.88				Consumo total

Fuente: Propia.

3.2.2.2.12. Consumo eléctrico por ofimática en edificio Instituto de Agua

Tabla 3.117. Consumo eléctrico por ofimática en edificio Instituto de Agua.

Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
	Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Monitor LCD	1.5		2	0.33	85%	1.275		5.000	1.40
CPU	7		2	1.54	78%	5.46		5.000	6.01
UPS	1.06		2	0.23	90%	0.954		5.000	1.05
Ventilador		15	1	0.02	100%		15	1.00	0.02
Impresora	10		1	1.10	7%	0.7		0.25	0.02
Regulador voltaje		200	1	0.20	100%		200	0.30	0.06
Cañón	2.1		1	0.23	100%	2.1		1.20	0.28
Regulador voltaje		300	1	0.30	100%		300	0.30	0.09
Refrigeradora		140	1	0.14	100%		140	6.00	0.84
Extractor	2.5		1	0.28	100%	2.5		0.00	0.00
Destilador		250	1	0.25	100%		250	0.30	0.08
Incubadora	0.8		1	0.09	100%	0.8		0.30	0.03
Incubadora		103	1	0.10	100%		103	0.00	0.00
Incubadora	1.1		1	0.12	100%	1.1		0.00	0.00
Horno Mufla	3.2kw/220v	704	1	0.70	100%	3.2kw/220v	704	0.05	0.04
Esterilizador (incubadora)		750	1	0.75	100%		750	0.00	0.00
Espectrofotómetro		190	1	0.19	100%		190	0.08	0.02
Agitadores WTW		50	1	0.05	100%		50	0.05	0.0025
Espectrofotómetro	0.7		1	0.08	100%	0.7		0.20	0.02
Digestor	1.3		1	0.14	100%	1.3		0.20	0.03
Hot Play (evaporar)	2.4		1	0.26	100%	2.4		0.10	0.03
PH metro	0.2		1	0.02	100%	0.2		0.10	0.0022
Balanza Analítica	0.3		1	0.03	100%	0.3		0.10	0.0033
Balanza analítica	0.4		1	0.04	100%	0.4		0.00	0.00
Compresor	4.5		1	0.50	100%	4.5		0.08	0.04
			Carga total	7.70				Consumo total	10.03

Fuente: Propia.

3.2.2.2.13. Consumo eléctrico por ofimática en Cafetines

Tabla 3.118. Consumo eléctrico por ofimática en Cafetín Ely.

Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Rendimiento del equipo	Especificación del equipo		Horas de uso aproximado	Consumo en KWh al día
	Amperios	Watts				Amperios	Watts		
Refrigeradora		840	1	0.84	100%		840	24	20.16
Microondas	10		1	1.10	100%	10		3	3.30
Cafetera		900	1	0.90	100%		900	3	2.70
Televisor		185	1	0.19	100%		80	1	0.08
Televisor LCD		120	1	0.12	100%		109	2	0.22
Licuada		600	1	0.60	100%		600	3	1.80
Cámara enfriadora		170	2	0.34	100%		170	24	8.16
Cámara enfriadora		366	3	1.10	100%		366	24	26.35
			Carga total	5.18				Consumo total	62.77

Fuente: Propia.

3.2.2.2.3. Análisis del Sistema de Ofimática

Ahora se analizan los datos presentados en las tablas en combinación con información obtenida en otros diagnósticos, como: El diagnóstico a través de medición directa descrito en parte 3.1. El objetivo es verificar si el consumo eléctrico de cada edificio generado por el Sistema de Ofimática es demasiado alto por desperdicios de energía, debido a problemas del funcionamiento del sistema.

3.2.2.2.3.1. Problema de consumo fantasma

El consumo fantasma es provocado por aparatos eléctricos que aunque permanecen apagados consumen energía eléctrica por estar conectados a una toma-corriente, según estudios de eficiencia energética este consumo corresponde entre un 5 y 7% del funcionamiento normal. Este fenómeno se da por que los aparatos poseen fuentes de poder que utilizan transformadores para bajar o aumentar la tensión eléctrica, según sea la cantidad de voltaje necesario para su funcionamiento. La UES-FMOcc posee gran cantidad de carga instalada en equipo de oficina, laboratorio, talleres, entre otros; que cuando no están en funcionamiento presentan consumo fantasma por estar conectados a la toma eléctrica.

Se infiere que la facultad tiene el problema de consumo fantasma, ya que en las gráficas del diagnóstico de consumo eléctrico a través de medición directa de la parte 3.1 se observa que hay demanda de energía eléctrica en horas que los edificios no son utilizados. Se presenta los edificios que se presume podrían estar sufriendo de este tipo de consumo.

En los edificios se tiene un horario de uso de 7:00 am a 12:00 md, de 2:00 pm a 6:00 pm; y de 6:00 a 9:00 pm se usan las luces de los pasillos externos y de salones de clase. En la 9 horas comprendidas entre el intervalo de las 9:00 pm hasta las 6:00 am no presenta actividad en la que requiera uso de electricidad, pero, por la noche presenta lo que se denomina consumo fantasma.

Consumo fantasma en edificio de Oficinas Administrativas

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 0.290 kwh/hora según la gráfica 3.10, lo cual se traduce aproximadamente a 2.32 kwh/noche.

Consumo fantasma en la unidad de Colecturía

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 0.154 kwh/hora según la gráfica 3.12, lo cual se traduce a aproximadamente 1.23 kwh/noche.

Consumo fantasma en edificio de Economía

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 2.758 kwh/hora según la gráfica 3.27, lo cual se traduce a aproximadamente 24.82 kwh/noche.

Consumo fantasma en edificio de Ciencias Jurídicas

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 0.039 kwh/hora según la gráfica 3.25, el cual se traduce aproximadamente a 0.351 kwh/noche.

Consumo fantasma en Clínica Extramural

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 0.274 kwh/hora según la gráfica 3.17, lo que se traduce aproximadamente a 3.836 kwh/noche.

Consumo fantasma en unidad de Post Grado

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 0.534 kwh/hora según la gráfica 3.11, lo cual se traduce aproximadamente a 5.87 kwh/noche.

Consumo fantasma en chalet ELY

En el intervalo de 9:00 pm a 6:00 am se tiene un consumo promedio de 3.037 kwh/hora según la gráfica 3.23, lo cual se traduce aproximadamente a 31.89 kwh/noche.

El consumo fantasma total que presenta la Facultad en horas nocturnas tiene un aproximado de 78.52 kwh/noche, más el consumo fantasma de los edificios de Carreras Múltiples y Medicina.

3.2.2.2.3.2. Problemas en compra de equipo sin etiquetado energético

La mayor parte del equipo de cómputo utilizado es patrimonio de la UES-FMOcc. Este se asigna al personal docente y administrativo con el fin de realizar actividades afines al cargo que poseen dentro de la institución. El tipo de equipo asignado actualmente es:

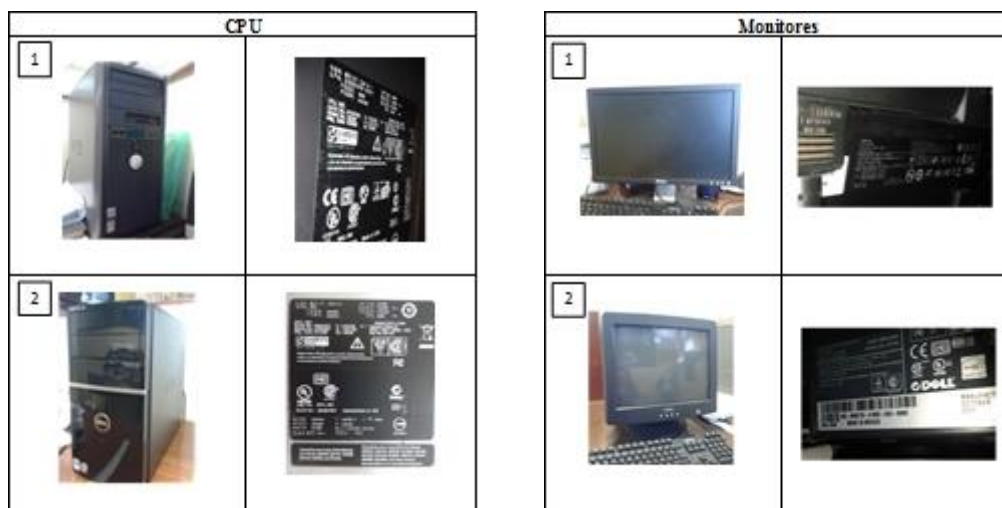


Figura 3.81. Tipo de equipo de oficina asignado en la FMOcc.
Fuente: Propia.

El equipo de cómputo que es asignado funciona bajo una corriente entre 6 y 7 amperios a 110 volts, entonces cuando trabajan al 100% de su capacidad consumen entre 660 y 770 Watts de potencia. Entre los equipos asignados a los empleados de la Facultad se encuentran máquinas de cómputo que no están bajo el sello Energy Star del programa de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Ecodes, 2011), ésta garantiza que los aparatos eléctricos bajo su sello usan la energía eficientemente. El problema, es que la Facultad ha adquirido equipo de cómputo que no cumple con criterios que van enfocados al ahorro de energía, comprando equipo que es más barato pero que consume más energía. Cuando se hace un análisis de ciclo de vida de un equipo normal y uno con sellos de eficiencia energética se demuestra que los gastos incurridos en el primero durante su vida útil (gasto de compra + gasto de consumo de energía + gasto de mantenimiento) es hasta el doble que el de un equipo con etiquetado de eficiencia energética, pero a veces en la compra no se hace este análisis y se opta por los precios bajos.

3.2.2.2.3.3. Problemas de equipo ofimático encendido y sin uso

El consumo eléctrico se justifica por el hecho de realizar actividades que son útiles para alcanzar un fin en específico, pero existe el caso cuando se consume energía eléctrica en aparatos que no son utilizados pero si se encuentran encendidos, esto se define como desperdicio de energía.

Según una investigación realizada en la Facultad mediante encuesta reveló que el 65% de un total de 45 empleados administrativos posee una computadora de escritorio, de las cuales el 43% no apagan sus máquinas para hacer otras actividades, como: Almorzar. También el 65% de un total de 209 docentes poseen una computadora de escritorio que es el equivalente a 136 personas de las cuales el 28.6% no apagan sus equipos al realizar otras actividades, datos que se pueden ver reflejados en el gráfico 3.48. Este problema es combinación de poca Cultura Energética y equipo de computadora no programado en la modalidad de hibernación, ya que los mismos usuarios la desactivan y no se posee un control sobre esto. El problema es que la maquina pasa encendida más tiempo del necesario, donde cada hora que se deja la computadora encendida se desperdicia 0.77 kwh de electricidad (actualmente ente \$0.06 y \$0.10), parece poco dinero, pero si son 3 o 4 horas de desperdicio eléctrico por computadora, y entre 100 y 150 computadoras; el desperdicio de energía y dinero es grande. Claramente este es un problema que está ligado a la cultura, puesto que no hay un hábito de apagar totalmente el equipo cuando este no es utilizado por periodos largos de tiempo, y también está ligado la falta de control y restricciones de algunas de las funciones del equipo, como la programación de modos de ahorro energético.

3.2.2.2.3.4. Problema en equipo práctico-didáctico

Se encontraron dos problemas de equipo práctico didáctico en los laboratorios de Medicina y química.

Edificio de Medicina

Se identificó un problema sobre el uso innecesario de una cámara refrigerante en el laboratorio 1 de este edificio. Esta debería estar utilizándose únicamente cuando se encuentre llena de reactivos que son usados en las prácticas.



Figura 3.82. Problema equipo ofimático: Cámara refrigerante sub-utilizada.
Fuente Propia

Edificio de Economía (departamento de Química)

El problema es que se encontró un refrigerador en un espacio con aire acondicionado. El problema es que el refrigerador genera calor que debe extraerse con el aire acondicionado, esto ocasiona un consumo de energía innecesario. Esto se detalla de manera profunda en la siguiente parte.



Figura 3.83. Problema equipo ofimático: Refrigerador mal ubicado en laboratorio de Química.
Fuente: Propia.

3.2.2.3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

El diagnóstico consiste en medir el consumo de energía eléctrica en la universidad por Sistema de Climatización, luego debe verificarse si el consumo es demasiado alto debido a desperdicios de energía, si lo anterior resulta ser verdadero deben identificarse las causas del desperdicio de electricidad y por último plantear acciones que corrijan dichas causas de desperdicio.

Se estudió el acondicionamiento climático natural e artificial en la UES-FMOcc con el objetivo de diagnosticar como es el funcionamiento de este sistema en las instalaciones de la

universidad. El diagnóstico se organiza en tres etapas para una descripción, se mencionan en seguida:

- Descripción del Sistema de Climatización
- Presentación de datos del Sistema de Climatización
- Análisis de datos del Sistema de Climatización

Sin nada más que agregar, se comienza con la descripción del Sistema de Climatización instalado en la universidad.

3.2.2.3.1. Descripción del sistema de climatización

El sistema de climatización artificial instalado puede ser del modo de calefacción (invierno) o del modo de refrigeración (verano), dependiendo si se desea aumentar o disminuir respectivamente, la temperatura del edificio para colocarla en una temperatura confortable para el ser humano que según normas técnicas de edificación para el modo de refrigeración ronda entre el intervalo de 23 a 26 °C (INSHT, 2015, p. 41). Existen ubicaciones geográficas donde ambas estaciones invierno y verano son extremas, causa principal de que deban instalarse en los edificios ambos modos de climatización artificial, para aumentar en el edificio las temperaturas demasiado frías del invierno y disminuir temperaturas demasiado cálidas del verano.


En la Facultad Multidisciplinaria de Occidente el sistema es únicamente del modo de refrigeración mediante aires acondicionados, ya que la universidad está emplazada en la ciudad de Santa Ana, El Salvador; que cuenta con clima cálido durante todo el año con una temperatura máxima de 32 °C durante los meses más cálidos y una temperatura mínima de 16 °C durante los menos cálidos (MARN, 2013, p. 10), los cuales no son tan fríos como para instalar un sistema calefacción. El sistema aire acondicionado está instalado solo en algunas unidades y departamentos de la facultad, lo cual resulta ser un privilegio para algunos empleados y salas de conferencia, y una necesidad en algunos laboratorios e institutos que mantienen insumos químicos y equipos electrónicos a temperaturas especificadas por el fabricante, para garantizar el estado de buen funcionamiento en éstos.

3.2.2.3.1.1. Características del equipo de aire acondicionado instalado

En la facultad hay instalado un Sistema de Climatización mediante aires acondicionados tipo mini-Split en los edificios de Economía (Química) y Carreras Múltiples, tipo ventana en Administración Académica, Financiera y Recursos Humanos; y tipo mono-Split en los edificios de Medicina y Carreras Múltiples. Las especificaciones técnicas de fabricante en los aires acondicionados según las viñetas de las unidades instaladas se describen en seguida:

Tabla 3.119. Especificaciones técnicas: Aire acondicionado marca: YORK, modelo: HABA-T060SA.


Aire acondicionado marca:		YORK	Modelo:	HABA - T060SA
Unidad exterior			Unidad ⁶	Magnitud
	Capacidad de refrigeración		TR	5
	Capacidad mínima circuito		A	21.3
	Capacidad máxima circuito		A	35
	Fuente de alimentación		V/PH/Hz	208/230 - 3 - 60
	Compresor	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 3 - 60
		Corriente funcionamiento	A	16
		Corriente de arranque	A	125
	Ventilador	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	1.3
Potencia de arranque		HP	1/4	
Velocidad nominal		RPM	850	



Fuente: Viñetas de fabricante

Tabla 3.120. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: YORK, modelo: HABA-T046SA.

Aire acondicionado marca:		YORK	Modelo:	HABA-T046SA
Unidad exterior			Unidad	Magnitud
	Capacidad de refrigeración		TR	4
	Capacidad mínima circuito		A	17.3
	Capacidad máxima circuito		A	30
	Fuente de alimentación		V/PH/Hz	208/230 - 3 - 60
	Compresor	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 3 - 60
		Corriente funcionamiento	A	11.7
		Corriente de arranque	A	78
	Ventilador	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	1.3
Potencia de arranque		HP	1/4	
Velocidad nominal		RPM	850	



Fuente: Viñetas de fabricante

⁶ La unidad TR (Tonelada de refrigeración) es una unidad de potencia equivalente a 12 000 BTU/hrs o 3517 Watt, la unidad A (Ampere) es unidad de corriente, las unidades V/PH/Hz son Voltaje/número de fases/frecuencia eléctrica, la unidad HP significa Horse Power (Caballo de potencia) y RPM es Revoluciones Por Minuto.

Tabla 3.121. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: YORK, modelo: H4RA036S06A.

Aire acondicionado marca:		YORK	Modelo:	H4RA036S06A
Unidad exterior			Unidad	Magnitud
			Capacidad de refrigeración	TR 3
			Capacidad mínima circuito	A 21.3
			Capacidad máxima circuito	A 35
			Fuente de alimentación	V/PH/Hz 208/230 - 1 - 60
	Compresor	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	16.1
		Corriente de arranque	A	82
	Ventilador	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	1.4
Potencia de arranque		HP	1/4	
Velocidad nominal		RPM	850	



Fuente: Especificaciones de fabricante

Tabla 3.122. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: CHIGO, modelo: KF-88GW.

Aire acondicionado marca:		CHIGO	Modelo:	KF - 88GW
Unidad exterior			Unidad	Magnitud
			Capacidad de refrigeración	TR 3
			Capacidad mínima circuito	A 17.3
			Capacidad máxima circuito	A 30
			Fuente de alimentación	V/PH/Hz 208/230 - 1 - 60
	Compresor	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	16.75
		Corriente de arranque	A	87
	Ventilador	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	1.3
Potencia de arranque		HP	1/4	
Velocidad nominal		RPM	850	



Fuente: Viñetas de fabricante

Tabla 3.123. Especificaciones técnicas: aire acondicionado marca: PIONEER, modelo: KM-70/Y.

Aire acondicionado marca:		Pioneer	Modelo:	KM - 70/Y
Unidad exterior			Unidad	Magnitud
			Capacidad de refrigeración	TR 2
			Capacidad mínima circuito	A 17.3
			Capacidad máxima circuito	A 30
			Fuente de alimentación	V/PH/Hz 208/230 - 1 - 60
	Compresor	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	13.1
		Corriente de arranque	A	78
	Ventilador	Alimentación	V/PH/Hz	208/230 - 1 - 60
		Corriente funcionamiento	A	1.3
Potencia de arranque		HP	1/4	
Velocidad nominal		RPM	850	



Fuente: Viñetas de fabricante

La antigüedad de las unidades según lo manifiesta Roberto Montoya empleado Técnico de la unidad de mantenimiento, es 12 años para los modelos HABA-T060SA, HABA-T046SA y H4RA036S06A, 10 años para la unidad KF-88GW y entre 25 a 30 años para el equipo KM-70/Y. El mantenimiento es externo licitado cada año, sin embargo se realizan intervenciones preventivas y correctivas por la unidad de mantenimiento de la facultad.

A continuación se calcula la demanda térmica en los edificios climatizados de la UES-FMOcc, con el objetivo de verificar si el equipo de aires acondicionados instalados cumple la demanda térmica o se encuentran en condiciones de sub-demanda o sobre-demanda.

3.2.2.3.1.2. Características de temperatura climatológica en la locación del edificio y características de temperatura de operación del edificio

Las condiciones interiores del edificio definen las condiciones de operación del inmueble y las condiciones exteriores del edificio definen las condiciones climatológicas.

- *Características de temperatura de operación del edificio*

Para las **condiciones interiores** de diseño se toma en cuenta las normas técnicas de edificación que fijan las temperaturas de operación del sistema climatizador para las estaciones de verano e invierno, sobre las cuales las personas se sienten en un ambiente confortable sin sentir frío ni calor. Estas son las siguientes:

Tabla 3.124. Temperaturas de confort para las estaciones de invierno y verano.

Estación	Temperatura operativa (°C)
Invierno	21 – 23
Verano	23 – 25

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

- *Características climatológicas de la locación del edificio*

Las **condiciones exteriores** para el cálculo de cargas son las condiciones climáticas de la zona donde se encuentra ubicada la UES-FMOcc, en consecuencia se utilizan las temperaturas extremas percibidas durante el año en el municipio de Santa Ana, El Salvador. Según datos obtenido del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2013) brinda los siguientes datos para el municipio de Santa Ana:

Tabla 3.125. Datos climatológicos y geográficos de la ciudad de Santa Ana, El Salvador.

Ubicación geográfica		Temperatura	
Latitud	Norte 13° 58.6´	Máxima	32 °C
Longitud	Oeste 89° 34.2´	Promedio	24 °C
Elevación	725 msnm	Mínima	16 °C

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente Y Recursos Naturales (MARN, 2013)

En la facultad únicamente existe sistema de climatización de tipo refrigeración debido al clima cálido característico de zona, ya que, durante los periodos más fríos la temperatura mínima de 16°C no justifica instalar sistema de calefacción, menos aun cuando las temperaturas mínimas son alcanzadas mayormente por la noche y madrugada cuando la universidad no se encuentra en operación. En consecuencia se señalan solamente las condiciones de diseño para el sistema de refrigeración:

Tabla 3.126. Temperaturas de diseño del sistema de climatización en la UES-FMOcc.

Temperatura exterior (T_{ext})	32 °C
Temperatura interior (T_{int})	24 °C

Fuente: Propia.

3.2.2.3.1.3. Características de transmitancia térmica en la envolvente de edificios

La envolvente de un edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan los espacios a climatizar con el ambiente exterior. La envolvente de un espacio queda definida por el techo, el suelo, las paredes, las ventanas y las puertas que según las características de los materiales de construcción tienen diferentes características de transmitancia térmica (Cantidad de energía transmitida a través de cada cerramiento por unidad de superficie). Entre mayor sea el valor de transmitancia térmica en los cerramientos, más energía se transmitirá al interior del espacio climatizado proveniente del ambiente exterior, esto ocasiona instalar mayor capacidad de refrigeración en el aire acondicionado lo que produce mayor consumo de energía.

En la Facultad Multidisciplinaria de occidente hay cuatro edificios donde se cuenta con aires acondicionados para climatizar ciertos lugares específicos. Cada edificio tiene sus propias características en sus materiales de construcción, por tanto, tienen diferentes valores de transmitancia térmica; habrá unos edificios que permitan mayor transferencia de energía

térmica a través de su envolvente (Transmitancia térmica alta), estos demandan que se instale un aire acondicionado de mayor potencia de refrigeración y con consumo de energía eléctrica mayor; habrá otros cuya transferencia de energía térmica a través de su envolvente es menor (Transmitancia térmica baja), la capacidad de refrigeración en los aires acondicionados en estos edificios puede ser de menor potencia de refrigeración y de menor consumo eléctrico.

Para verificar si la transmitancia térmica en los cerramientos de la envolvente de un edificio es alta, existen normativas técnicas constructivas en cada país que rigen los valores máximos; este límite permite decir si un edificio es energéticamente eficiente. El Salvador no cuenta con normativa propia para la construcción, por lo que es difícil decir si los edificios de la UES-FMOcc son eficientes energéticamente, pero se utiliza la normativa española para brindar esta conjetura en el análisis del Sistema de Climatización más adelante.

Se calcula la transmitancia térmica de los cerramientos de estos edificios con base a sus valores de conductividad térmica (Iñaki Gómez, 2007). Para ver el procedimiento de cálculo de la transmitancia térmica de la envolvente de cada edificio ver la parte 2.4.3.3 “Optimización del Sistema de Climatización”. Se procede entonces al cálculo de las transmitancias térmicas de los cerramientos.

Tabla 3.127. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de Economía, Química y Física.

Pared exterior	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Bloque de hormigón	0.2	0.56	0.357
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.527
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.898
Pared interior	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.130
	Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.316
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				3.169
Techo	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.100
	Bloque hueco hormigón	0.20	0.56	0.357
	Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.092
Resistencia superficial interior			0.100	
Resistencia Total				0.649
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.541
Suelo	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.170
	Bloque hueco hormigón	0.20	0.56	0.357
	Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.092
Resistencia superficial interior			0.170	
Resistencia Total				0.789
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.267
Ventanas	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Vidrio plano para acristalar	0.005	0.95	0.005
Resistencia superficial interior			0.130	
Resistencia Total				0.175
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				5.714
Puertas	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
	Cámara de aire sin ventilar	0.02		0.160
	Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
Resistencia superficial interior			0.130	
Resistencia Total				0.464
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				2.155

Fuente: Propia

Tabla 3.128. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de Medicina.

Pared exterior	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Bloque de hormigón	0.2	0.56	0.357
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.527
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.898
Pared interior	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.130
	Bloque de hormigón	0.2	0.56	0.357
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.617
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.621
Techo	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Lamina de acero	0.005	58.0	0.0001
	Cámara de aire sin ventilar	0.25		0.160
	Panel de yeso (cielo falso)	0.01	0.81	0.012
Resistencia superficial interior			0.100	
Resistencia Total				0.3121
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				3.204
Suelo	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.170
	Bloque hueco hormigón	0.20	0.56	0.357
	Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.092
Resistencia superficial interior			0.170	
Resistencia Total				0.789
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.267
Ventanas	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Vidrio plano para acristalar	0.005	0.95	0.005
Resistencia superficial interior			0.130	
Resistencia Total				0.175
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				5.714
Puertas	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
	Cámara de aire sin ventilar	0.02		0.160
	Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
Resistencia superficial interior			0.130	
Resistencia Total				0.464
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				2.155

Fuente: Propia

Tabla 3.129. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de carreras múltiples.

Pared exterior	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Bloque de hormigón	0.2	0.56	0.357
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.527
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.898

Pared interior	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.130
	Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
	Cámara de aire sin ventilar	0.03		0.160
	Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.532
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.880

Techo	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.100
	Panel de yeso (cielo falso)	0.01	0.81	0.012
	Resistencia superficial interior			0.100
Resistencia Total				0.212
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				4.717

Suelo	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.170
	Bloque hueco hormigón	0.20	0.56	0.357
	Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.097
	Resistencia superficial interior			0.170
Resistencia Total				0.881
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				1.267

Ventanas	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Vidrio plano para acristalar	0.005	0.95	0.005
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.175
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				5.714

Puertas	Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
		e (m)	λ (W/m. K)	R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			0.040
	Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
	Cámara de aire sin ventilar	0.02		0.160
	Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
	Resistencia superficial interior			0.130
Resistencia Total				0.464
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				2.155

Fuente: Propia

Tabla 3.130. Transmitancia térmica en cerramientos del edificio de Académica y Financiera.

Pared exterior	Capa	Espesor e (m)	Conductividad λ (W/m. K)	Resistencia R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			
Ladrillo macizo		0.15	0.87	0.172
Resistencia superficial interior				0.130
Resistencia Total				0.342
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				2.924

Pared interior	Capa	Espesor e (m)	Conductividad λ (W/m. K)	Resistencia R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			
Panel de Madera		0.001	0.15	0.007
Resistencia superficial interior				0.130
Resistencia Total				0.267
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				3.745

Techo	Capa	Espesor e (m)	Conductividad λ (W/m. K)	Resistencia R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			
Revestimiento de madera		0.01	0.15	0.067
Resistencia superficial interior				0.100
Resistencia Total				0.237
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				4.219

Ventanas	Capa	Espesor e (m)	Conductividad λ (W/m. K)	Resistencia R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			
Vidrio plano para acristalar		0.005	0.95	0.005
Resistencia superficial interior				0.130
Resistencia Total				0.175
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				5.714

Puertas	Capa	Espesor e (m)	Conductividad λ (W/m. K)	Resistencia R_i (m ² . K/W)
	Resistencia superficial exterior			
Revestimiento de acero		0.004	58.0	0.0001
Resistencia superficial interior				0.1300
Resistencia Total				0.1701
Transmitancia térmica Total (W/m². K)				5.879

Fuente: Propia.

3.2.2.3.2. Presentación de datos del sistema de climatización

Se presentan en seguida los datos obtenidos en la investigación del sistema de climatización emplazado en la universidad. Se presentan los datos de demanda térmica de cada espacio climatizado, sea una oficina, un laboratorio, una jefatura, un salón, u otros; este dato es importante pues la demanda térmica define la capacidad de refrigeración del aire acondicionado que debe instalarse. La capacidad de refrigeración de cada aire acondicionado instalado en cada oficina, laboratorio, jefatura, salón, u otros, es el segundo dato presentado;

este es importante pues define el consumo de energía del equipo instalado, la capacidad de refrigeración debe ser un 10% mayor que la demanda térmica, si es mayor o menor se incurre en desperdicio de energía. El consumo de energía es el último dato presentado, este queda definido por la potencia del equipo de aire acondicionado y el tiempo que se usa.

3.2.2.3.2.1. Demanda térmica en edificios climatizadas

Para verificar si este Sistema de Climatización cubre las necesidades de refrigeración en los departamentos, laboratorios, unidades administrativas, oficinas, y demás; se calculó la demanda térmica en éstos para verificar si el sistema funciona de manera óptima o se incurre en desperdicio de energía.

La demanda térmica de un edificio para un Sistema de Climatización en modo de refrigeración, es la cantidad de energía que el equipo climatizador debe extraer del edificio en forma de calor para disminuir su temperatura hasta un punto denominado temperatura de confort que se encuentra entre 23 y 25 °C. La demanda térmica de un edificio la representa la energía transferida a este por varios mecanismos en un tiempo determinado, estos mecanismos son: Carga térmica por transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran}), carga térmica por renovación de aire (Q_{renv}), carga térmica por infiltración de aire (Q_{inft}), carga térmica por personas (Q_{perm}), carga térmica por radiación solar (Q_{rad}) y Carga térmica por equipo electrónico (Q_{eqpo}); las cuales se definen en el apéndice B “Demanda térmica total para el sistema de climatización de un edificio”.

La demanda térmica es diferente según las características de cada edificio, incluso puede disminuirse. El objetivo que se persigue es estudiar la demanda térmica actual en los edificios de la universidad y proponer acciones para disminuirla. Sin más que agregar, las tablas siguientes presentan la demanda térmica para el Sistema de Climatización en modo refrigeración en los edificios de la UES-FMOcc.

Demanda térmica en las unidades del edificio de Oficinas Administrativas

Tabla 3.131. Demanda térmica para refrigeración en Administración Académica.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS: ADMINISTRACIÓN ACADÉMICA					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Unidad conformada por las áreas: atención al estudiante y oficinas de administración académica (cubículos de secretarías y jefatura)		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	87.64	2.924	8	2050.0	2.050
Pared interior	-	3.745	8	-	-
Techo	113.256	4.219	8	3822.6	3.8226
Suelo	-	-	8	-	-
Ventanas	30.47	5.714	8	1392.8	1.3928
Puertas	5.654	5.879	8	265.9	0.2659
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					7.53
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.1	1000	8	800	0.8
Infiltración (25% Renv)	0.025	1000	8	200	0.2
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					1.0
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	30.47	209.3	6377.4	6.3774	
Total Radiación solar (Q_{rad})					6.38
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	25	100	2500	2.5	
Total calor interno de personas (Q_{pern})					2.5
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación			1080	1.08	
Equipo			15.66	15.66	
Total calor de equipo + iluminación					16.74
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					11.72
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				29.130 KW	

Fuente: Propia.

Tabla 3.132. Demanda térmica para refrigeración en Administración Financiera y Recursos Humanos.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS: ADMÓN FINANCIERA Y RRHH (Jefaturas)					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Se agrupan las jefaturas de administración financiera y recursos humanos, por motivo de no encontrarse térmicamente aisladas una con la otra.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	15.393	2.924	8	360	0.360
Pared interior	16.575	3.745	8	498	0.498
Cubierta	15.580	4.219	8	534	0.534
Suelo	-	-	8	-	-
Ventanas	6.7530	5.714	8	309	0.309
Puertas	5.5700	5.879	8	262	0.262
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					1.963
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.014	1000	8	112	0.112
Infiltración (25% Renv)	0.0035	1000	8	28	0.028
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.140
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	6.753	209.3		1413.4	1.41
Total Radiación solar (Q_{rad})					1.41
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	8	100	800	0.8	
Total calor interno de personas (Q_{pern})					0.8
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación			220	0.22	
Equipo			5000	5.00	
Total calor de equipo + iluminación					5.22
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					3.65
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				7.960 KW	

Fuente: Propia.

Demanda térmica en las unidades del edificio Química, Economía y Física

Tabla 3.133. Demanda térmica para refrigeración en el Laboratorio de Investigación de Química.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE QUÍMICA, ECONOMÍA Y FÍSICA: QUÍMICA (Laboratorio de investigación)					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Laboratorio ubicado en el segundo nivel del edificio entre el departamento y los laboratorios de química, área climatizada todo el año		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	40.98	1.898	8	623	0.623
Pared interior	13.75	3.169	8	349	0.349
Techo	21.90	1.541	8	270	0.270
Suelo	21.90	1.267	8	223	0.223
Ventanas	2.890	5.714	8	133	0.133
Puertas	4.000	2.155	8	69	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					1.667
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.021	1000	8	168	0.168
Infiltración (25% Renv)	0.006	1000	8	48	0.048
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.216
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	2.89	209.3	605	0.605	
Total Radiación solar (Q_{rad})					0.605
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	10	100	1000	1.0	
Total calor interno de personas (Q_{pern})					1.0
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación			300	0.3	
Equipo			2180	2.18	
Total calor de equipo + iluminación					2.18
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					1.736
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				5.251 KW	

Fuente: Propia.

Tabla 3.134. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Economía.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE QUÍMICA, ECONOMÍA Y FÍSICA: DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicado en el segundo nivel del edificio, comprende la recepción, sala de docentes, secretaría y cubículos de docentes de economía		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	96.15	1.898	8	1460	1.460
Pared interior	-	3.169	8	-	-
Techo	99.24	1.541	8	1224	1.224
Suelo	99.24	1.267	8	1006	1.006
Ventanas	21.00	5.714	8	960	0.960
Puertas	5.870	2.155	8	112	0.112
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					4.762
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.098	1000	8	784	0.784
Infiltración (25% Renv)	0.025	1000	8	200	0.200
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.984
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	21.00	209.3		4395.5	4.395
Total Radiación solar (Q_{rad})					4.395
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	25	100		2500	2.5
Total calor interno de personas (Q_{pern})					2.5
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				1550	1.55
Equipo				10840	10.84
Total calor de equipo + iluminación					12.39
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					8.673
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				21.314 KW	

Fuente: Propia.

Demanda térmica en unidades del edificio de Carreras Múltiples (1^{er} Nivel)

Tabla 3.135. Demanda térmica para refrigeración en el Centro de Cómputo del primer nivel.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: VIDEOTECA E INTERNET (CENTRO DE COMPUTO)					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada al costado derecho de la entrada principal del edificio, en ella se imparten prácticas de informática de diferentes cátedras.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	10.53	1.898	8	159.89	0.16
Pared interior	59.06	1.880	8	888.26	0.89
Techo	40.2	4.717	8	1516.99	1.52
Suelo	-	-	-	-	-
Ventanas	8.91	5.714	8	407.29	0.41
Puertas	2	2.155	8	34.48	0.03
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					3.01
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.03	1000	8	240	0.24
Infiltración (25% Renv)	0.01	1000	8	80	0.08
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.32
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	8.91	209.3	1864.9	1.8649	
Total Radiación solar (Q_{rad})					1.865
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	16	100	1600	1.6	
Total calor interno de personas (Q_{pern})					1.6
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación			670	0.67	
Equipo			16460	16.46	
Total calor de equipo + iluminación					17.13
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					11.99
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				18.785 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.136. Demanda térmica para refrigeración en Oficinas de Biblioteca.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: OFICINAS DE BIBLIOTECA					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada al costado derecho de la hemeroteca, está compuesta por tres áreas: Recepción, Jefatura e Inventario de Biblioteca.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	51.65	1.898	8	784.25	0.784
Pared interior	67.83	1.880	8	1020.16	1.020
Techo	106.05	4.717	8	4001.90	4.001
Suelo	-	-	-	-	-
Ventanas	25.21	5.714	8	1152.399	1.152
Puertas	4	2.155	8	68.96	0.068
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					7.025
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.10	1000	8	800	0.80
Infiltración (25% Renv)	0.02	1000	8	160	0.16
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{infr})					0.96
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	24.21	209.3		5067.2	5.067
Total Radiación solar (Q_{rad})					5.067
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	7	100		700	0.7
Total calor interno de personas (Q_{pern})					0.7
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				1250	1.25
Equipo				5470	4.34
Total calor de equipo + iluminación					5.59
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					3.913
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{infr} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				17.665 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.137. Demanda térmica para refrigeración en la unidad de Servidores.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: UNIDAD DE SERVIDORES					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada al costado este de la biblioteca, en ella se controla la red informática bajo el cargo del ingeniero Peña.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	40.7	1.898	8	617.98	0.617
Pared interior	24.46	1.880	8	367.87	0.367
Techo	34.96	4.717	8	1319.25	1.319
Suelo			8		
Ventanas	4.45	5.714	8	203.41	0.203
Puertas	2	2.155	8	34.48	0.0344
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					2.540
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.02	1000	8	160	0.16
Infiltración (25% Renv)	0.01	1000	8	80	0.08
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.24
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	4.45	209.3		931.4	0.9314
Total Radiación solar (Q_{rad})					0.931
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	1	100	100	0.1	
Total calor interno de personas (Q_{pern})					
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación			580	0.58	
Equipo					
Total calor de equipo + iluminación					
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW)					
($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)					

Fuente: Propia.

Demanda térmica en unidades del edificio de Carreras Múltiples (2^{do} Nivel)

Tabla 3.138. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Ingeniería (Jefatura).

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: INGENIERÍA "JEFATURA"					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicado en el segundo nivel del edificio de Carreras Múltiples, contiguo al departamento de Idiomas.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	8.40	1.898	8	127.546	0.128
Pared interior	57.99	1.880	8	872.170	0.872
Techo	38.71	4.717	8	1460.761	1.461
Suelo	38.71	1.267	8	392.365	0.392
Ventanas	9.90	5.714	8	452.589	0.453
Puertas	4.00	2.155	8	68.960	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					3.375
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.04	1000	8	320	0.32
Infiltración (25% Renv)	0.01	1000	8	80	0.08
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.40
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	9.90	209.3		2072	2.072
Total Radiación solar (Q_{rad})					2.072
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	8	100		800	0.8
Total calor interno de personas (Q_{pern})					0.8
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				480	0.480
Equipo				4.746	4.746
Total calor de equipo + iluminación					5.226
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					3.658
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW)				10.305 kw	
$(Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo})$					

Fuente: Propia.

Tabla 3.139. Demanda térmica para refrigeración en la Sala de Conferencias (Segundo nivel).

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: SALA DE CONFERENCIAS (Segundo nivel)					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada en el segundo nivel, contiguo al centro de cómputo de Ingeniería. Utilizada para presentación de Tesis, diplomados, entre otros.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coefficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	52.85	1.898	8	802.474	0.802
Pared interior	37.04	1.880	8	557.082	0.557
Techo	72.40	4.717	8	2732.086	2.732
Suelo	72.40	1.267	8	733.846	0.734
Ventanas	13.36	5.714	8	610.712	0.611
Puertas	4.00	2.155	8	68.96	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					5.505
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.06	1000	8	480	0.48
Infiltración (25% Renv)	0.02	1000	8	160	0.16
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.64
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
				W	KW
	13.36	209.3		2796.2	2.7962
Total Radiación solar (Q_{rad})					2.796
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
				W	KW
Personas	37	100		3700	3.7
Total calor interno de personas (Q_{pern})					3.7
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
				W	KW
Iluminación				768	0.768
Equipo				2000	2.000
Total calor de equipo + iluminación					2.768
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					1.938
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				14.579 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.140. Demanda térmica para refrigeración en la unidad de Hardware Ingeniería.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: UNIDAD DE HARDWARE ING.					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada en el segundo nivel. Conformada por un centro de cómputo, unidad de mantenimiento y laboratorio de informática.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	46.38	1.898	8	704.234	0.704
Pared interior	86.18	1.880	8	1296.147	1.296
Techo	186.0	4.717	8	7018.896	7.019
Suelo	186.0	1.267	8	1885.296	1.885
Ventanas	25.24	5.714	8	1153.771	1.154
Puertas	4.000	2.155	8	68.96	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					12.127
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.16	1000	8	1280	1.28
Infiltración (25% Renv)	0.04	1000	8	320	0.32
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					1.60
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	25.24	209.3		5282.7	5.2827
Total Radiación solar (Q_{rad})					5.283
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	27	100		2700	2.7
Total calor interno de personas (Q_{pern})					2.7
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				2112	2.112
Equipo				32960	32.96
Total calor de equipo + iluminación					35.072
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					24.55
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				46.26 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.141. Demanda térmica para refrigeración en el Laboratorio I de idiomas.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: LABORATORIO I DE IDIOMAS					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicado en el segundo nivel, es utilizado para clases y prácticas por estudiantes de la carrera de Idiomas		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coefficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	68.14	1.898	8	1034.638	1.035
Pared interior	49.24	1.880	8	740.570	0.741
Techo	116.2	4.717	8	4384.923	4.385
Suelo	116.2	1.267	8	1177.803	1.178
Ventanas	23.76	5.714	8	1086.117	1.086
Puertas	4.000	2.155	8	68.960	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					8.494
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.06	1000	8	480	0.48
Infiltración (25% Renv)	0.02	1000	8	160	0.16
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.64
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
				W	KW
	23.76	209.3		4973	4.973
Total Radiación solar (Q_{rad})					4.973
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
				W	KW
Personas	40	100		4000	4.0
Total calor interno de personas (Q_{pern})					4.0
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
				W	KW
Iluminación				1344	1.344
Equipo				21710	21.71
Total calor de equipo + iluminación					23.054
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					16.138
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				34.245 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.142. Demanda térmica para refrigeración en el Laboratorio II de idiomas.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS: LABORATORIO II DE IDIOMAS					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicado en el segundo nivel. Utilizado para clases y prácticas por estudiantes de la carrera de Idiomas.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	27.53	1.898	8	418.016	0.418
Pared interior	70.90	1.880	8	1066.336	1.066
Techo	72.00	4.717	8	2716.992	2.717
Suelo	72.00	1.267	8	729.729	0.730
Ventanas	5.940	5.714	8	271.529	0.272
Puertas	2.000	2.155	8	34.480	0.034
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					5.237
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.10	1000	8	800	0.80
Infiltración (25% Renv)	0.03	1000	8	240	0.24
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					1.040
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	5.94	209.3		1243.2	1.2432
Total Radiación solar (Q_{rad})					1.243
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	40	100		3000	4.0
Total calor interno de personas (Q_{pern})					4.0
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				864	0.864
Equipo				2000	2.000
Total calor de equipo + iluminación					2.864
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					2.000
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				13.520 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.143. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Idiomas (Jefatura).

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: IDIOMAS "JEFATURA"					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicado en el segundo nivel del edificio de Carreras Múltiples, contiguo al departamento de Ingeniería.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coefficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	8.40	1.898	8	127.546	0.128
Pared interior	57.99	1.880	8	872.170	0.872
Techo	38.71	4.717	8	1460.761	1.461
Suelo	38.71	1.267	8	392.365	0.392
Ventanas	9.90	5.714	8	452.589	0.453
Puertas	4.00	2.155	8	68.960	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					3.375
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.04	1000	8	320	0.32
Infiltración (25% Renv)	0.01	1000	8	80	0.08
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.40
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
				W	KW
	9.90	209.3		2072	2.072
Total Radiación solar (Q_{rad})					2.072
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
				W	KW
Personas	8	100		800	0.8
Total calor interno de personas (Q_{pern})					0.8
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
				W	KW
Iluminación				24	0.48
Equipo				2244	2.24
Total calor de equipo + iluminación					2.72
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					1.91
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				8.557 kw	

Fuente: Propia.

Demanda térmica en unidades del edificio de Carreras Múltiples (3^{er} nivel)

Tabla 3.144. Demanda térmica para refrigeración en la Sala de Teleconferencias.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS: SALA DE TELECONFERENCIA					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada en el tercer nivel del edificio de carreras Múltiples, adyacente al decanato. Utilizada para Presentaciones de tesis, congresos, entre otros.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	53.72	1.898	8	815.68	0.82
Pared interior	58.26	1.880	8	876.23	0.88
Techo	156	4.717	8	5886.82	5.89
Suelo	156	1.267	8	1581.22	1.58
Ventanas	20.65	5.714	8	943.95	0.94
Puertas	6	2.155	8	103.44	0.10
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					10.21
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.13	1000	8	1040	1.04
Infiltración (25% Renv)	0.03	1000	8	240	0.24
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					1.28
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	20.65	209.3		4322	4.322
Total Radiación solar (Q_{rad})					4.322
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	86	100		8600	8.6
Total calor interno de personas (Q_{pern})					8.6
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				1190	1.19
Equipo				2000	2
Total calor de equipo + iluminación					1.19
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					2.233
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				26.645 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.145. Demanda térmica para refrigeración en el Decanato.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS: DECANATO					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada en el tercer nivel del edificio, unidad conformada por: las oficinas del decano y vicedecano, secretaria, recepción y la sala de juntas.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	24.64	1.898	8	374.13	0.37
Pared interior	93.68	1.880	8	1408.95	1.41
Techo	181.7	4.717	8	6856.63	6.86
Suelo	181.7	1.267	8	1841.71	1.84
Ventanas	60.675	5.714	8	2773.58	2.77
Puertas	7	2.155	8	120.68	0.12
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					13.37
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.22	1000	8	1760	1.76
Infiltración (25% Renv)	0.06	1000	8	480	0.48
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					2.24
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	60.675	209.3		12699	12.699
Total Radiación solar (Q_{rad})					12.699
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	33	100		3300	3.3
Total calor interno de personas (Q_{pern})					3.3
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				2300	2.30
Equipo				8380	8.38
Total calor de equipo + iluminación					10.68
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					7.48
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				39.089 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.146. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Matemática.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE CARRERAS MÚLTIPLES: DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Ubicada en el tercer nivel del edificio, unidad conformada por: Jefatura, Sala de docentes, centro de cómputo y área de cubículos de maestros.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	51.975	1.898	8	789.19	0.79
Pared interior	69.4	1.880	8	1043.78	1.04
Techo	141.36	4.717	8	5334.36	5.33
Suelo	141.36	1.267	8	1432.82	1.43
Ventanas	25.245	5.714	8	1154.00	0.10
Puertas	2	2.155	8	34.480	0.03
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					8.72
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.13	1000	8	1040	1.04
Infiltración (25% Renv)	0.03	1000	8	240	0.24
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					1.28
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	25.245	209.3		5283.8	5.2838
Total Radiación solar (Q_{rad})					5.284
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	30	100		3000	3.00
Total calor interno de personas (Q_{pern})					3.00
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				2020	2.02
Equipo				28660	28.66
Total calor de equipo + iluminación					30.68
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					21.476
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				39.760 kw	

Fuente: Propia.

Demanda térmica en las unidades del edificio de Medicina

Tabla 3.147. Demanda térmica para refrigeración en el departamento de Medicina (Jefatura).

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE MEDICINA: DEPTO. MEDICINA (Jefatura y sala de docentes)					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Se agrupan la jefatura de Medicina y sala de docentes, por motivo de no encontrarse térmicamente aisladas una con la otra.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	55.20	1.898	8	839.00	0.839
Pared interior	17.55	1.621	8	228.00	0.228
Techo	72.00	3.204	8	1848.0	1.848
Suelo	72.00	1.267	8	730.00	0.730
Ventanas	6.300	5.714	8	288.00	0.288
Puertas	6.000	2.155	8	104.00	0.104
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					4.037
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.086	1000	8	688	0.688
Infiltración (25% Renv)	0.0215	1000	8	172	0.172
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					0.860
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	6.3	209.3		1318.6	1.3186
Total Radiación solar (Q_{rad})					1.319
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	15	100		1500	1.5
Total calor interno de personas (Q_{pern})					1.5
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				348	0.348
Equipo				5450	5.450
Total calor de equipo + iluminación					5.798
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					4.059
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				11.775 kw	

Fuente: Propia.

Tabla 3.148. Demanda térmica para refrigeración en la unidad de Proyección Social.

CARGA TÉRMICA PARA REFRIGERACIÓN					
EDIFICIO DE MEDICINA: UNIDAD DE PROYECCIÓN SOCIAL					
Condiciones del cálculo			Descripción de edificio o unidad		
Temperatura exterior T_e (°C)	Temperatura interior T_i (°C)	Diferencia ΔT (°C)	Unidad ubicada en el segundo nivel del edificio de Medicina, anteriormente conocido como centro de investigación.		
32	24	8			
Transmisión con el ambiente exterior	Superficie del cerramientos (m ²)	Coeficiente de transmisión térmica (W/m ² .°C)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Pared exterior	131.9	1.898	8	2003.0	2.003
Pared interior	-	1.621	8	-	-
Techo	128.0	3.204	8	3281.0	3.281
Suelo	128.0	1.267	8	1298.0	1.298
Ventanas	12.15	5.714	8	556.00	0.556
Puertas	4.000	2.155	8	69.000	0.069
Total Transmisión con el ambiente exterior (Q_{tran})					7.207
Renovación del aire e infiltración de aire	Caudal volumétrico de aire (Kg/s)	Capacidad calorífica del aire (J/Kg. K)	ΔT (°C)	Carga de refrigeración	
				W	KW
Renovación	0.145	1000	8	1160	1.160
Infiltración (25% Renv)	0.0362	1000	8	290	0.290
Total Renovación de aire (Q_{renv}) + Infiltración de aire (Q_{inft})					1.45
Radiación solar	Superficie de ventana (m ²)	Carga termina por m ² (W/m ²)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
	12.15	209.3		2543.0	2.543
Total Radiación solar (Q_{rad})					2.543
Calor interno de personas	N° de personas	Calor sensible por persona (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Personas	30	100		3000	3.0
Total calor interno de personas (Q_{pern})					3.0
Calor interno de equipo e iluminación	N° de aparatos	Potencia unitaria (W)	Carga de refrigeración		
			W	KW	
Iluminación				768	0.768
Equipo				18 030	18.03
Total calor de equipo + iluminación					18.797
Utilización de equipo + iluminación simultaneo (70%) (Q_{eqpo})					13.16
CARGA TÉRMICA TOTAL DE REFRIGERACIÓN (KW) ($Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inft} + Q_{rad} + Q_{pern} + Q_{eqpo}$)				27.360 kw	

Fuente: Propia.

Los datos de las tablas anteriores son en mayoría de fuente propia. Las superficies y volúmenes utilizados para el cálculo de la carga térmica de transmisión, renovación e

infiltración fueron obtenidos por mediciones directas, los datos de carga térmica por equipo e iluminación son de fuente propia, y obtenidos mediante un censo de equipo electrónico.

3.2.2.3.2.2. Oferta térmica del sistema de climatización

Tabla 3.149. Características del sistema de climatización artificial emplazado en la UES-FMOcc.

Unidad, departamento o laboratorio Climatizado	(Capacidad instalada)		Demanda térmica + 10%		Sobre-capacidad Instalada		Descripción y características del sistema climatizador instalado
Laboratorio de investigación (Química)	10.551	kw	5.776	kw	4.775	kw	Instalada unidad marca YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR
	3	TR	1.642	TR	1.358	TR	
Departamento de Economía	17.585	kw	23.445	kw	-5.860	kw	Instalada unida CHIGO modelo KR-88GW de 3TR y una PIONEER de 2TR KM-70/Y
	5	TR	6.666	TR	-1.666	TR	
Administración Académica	35.170	kw	32.043	kw	3.127	kw	Instaladas 5 unidades PIONEER modelo KM-70/Y con capacidad de 2TR c/u
	10	TR	9.111	TR	0.889	TR	
Administración Financiera Y RRHH	14.06	kw	8.756	kw	5.303	kw	Instaladas 2 unidades PIONEER modelo KM-70/Y con capacidad de 2TR c/u
	4	TR	2.490	TR	1.510	TR	
Jefatura y sala de docentes en Medicina	21.102	kw	12.952	kw	8.150	kw	Instalada 2 unidades YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR c/u
	6	TR	3.683	TR	2.317	TR	
Unidad de Proyección Social	28.136	kw	30.096	kw	-1.960	kw	Instaladas 2 unidades YORK, una HABA-T060SA de 5TR y H4RA036S06A de 3TR
	8	TR	8.557	TR	-0.557	TR	
Oficinas de Biblioteca	21.102	kw	19.431	kw	1.671	kw	Instalada 2 unidades YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR c/u
	6	TR	5.525	TR	0.475	TR	
Videoteca e internet (Centro de computo)	10.551	kw	20.663	kw	-10.112	kw	Instalada unidad marca YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR
	3	TR	5.875	TR	-2.875	TR	
Unidad de Servidores	10.551	kw		kw		kw	Instalada 2 unidades YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR c/u
	3	TR		TR		TR	
Departamento de Ingeniería (Jefatura y Sala de Docentes)	10.551	kw	11.336	kw	-0.785	kw	Instalada unidad marca YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR
	3	TR	3.223	TR	-0.223	TR	
Departamento de Idiomas (Jefatura y Sala de Docentes)	10.551	kw	9.413	kw	1.138	kw	Instalada unidad marca YORK modelo H4RA036S06A con capacidad de 3TR
	3	TR	2.676	TR	0.324	TR	
Laboratorio de Idiomas I	14.06	kw	37.670	kw	-23.610	kw	Instalada unidad marca YORK modelo HABA-T045SA con capacidad de 4TR
	4	TR	10.711	TR	-6.711	TR	
Laboratorio de Idiomas II	14.06	kw	14.872	kw	-0.812	kw	Instalada unidad marca YORK modelo HABA-T045SA con capacidad de 4TR
	4	TR	4.229	TR	-0.229	TR	
Unidad de Hardware	42.204	kw	50.886	kw	-8.682	kw	Instaladas 2 unidades YORK de 5TR HABA-T060SA y una CHIGO de 2TR
	12	TR	14.469	TR	-2.469	TR	
Sala de conferencias (Segundo nivel)	17.585	kw	16.037	kw	1.548	kw	Instalada una unidad YORK de 5TR modelo HABA-T0.60SA
	5	TR	4.560	TR	0.440	TR	
Departamento de matemática	42.204	kw	43.763	kw	-1.532	kw	Instaladas 2 unidades YORK de 5TR HABA-T060SA y una CHIGO de 2TR
	12	TR	12.436	TR	-0.436	TR	
Sala de Teleconferencias (Tercer nivel)	35.170	kw	29.310	kw	5.860	kw	Instaladas 2 unidades YORK de 5TR c/u modelo HABA-T060S
	10	TR	8.334	TR	1.666	TR	
Decanatura	52.775	kw	42.998	kw	9.757	kw	Instaladas 3 unidades YORK de 5TR c/u modelo HABA-T060S
	15	TR	12.226	TR	2.774	TR	

Fuente: Propia.

La tabla anterior es un resumen de las condiciones y características del sistema de climatización artificial de la universidad, tanto en demanda térmica de los edificios, como en oferta térmica (capacidad de refrigeración) instalada mediante aire acondicionado.

La tercera columna detalla la demanda térmica de oficinas climatizadas bajo condiciones actuales (datos sustraídos de tablas 3.126 a 3.143) más un 10%, la segunda columna señala la capacidad de refrigeración instalada actualmente mediante los aires acondicionados especificados en la última columna, la cuarta columna describe la sobrecapacidad de refrigeración instalada obtenida de la diferencia de la segunda y tercer columna cuyo valor representa la carga de refrigeración subutilizada (desperdicio), un valor negativo de sobrecarga de refrigeración indica déficit en la capacidad instalada, lo que significa que la oficina demanda más refrigeración de la que puede brindar el sistema.

Para ahorrar energía en el sistema de climatización se buscará el funcionamiento óptimo que garantice el menor consumo de electricidad en dicho sistema, pero, sin sacrificar ni disminuir la calidad del servicio de refrigeración que brindan los aires acondicionados en las oficinas y departamentos climatizados. Esto quiere decir que no por ahorrar energía eléctrica se debe de abstener de utilizar la unidad de aire acondicionado cuando se necesite, sino hacerlo de manera correcta, donde la capacidad de refrigeración instalada (oferta térmica) satisfaga las condiciones de demanda térmica mínimas posibles.

3.2.2.3.2.3. Horario de uso actual del sistema de climatización

El siguiente perfil de uso detalla la utilización del sistema de climatización en cada oficina climatizada por uno o más equipos de aire acondicionado. Este perfil describe la utilización del sistema en un día soleado normal, cuyos intervalos de funcionamientos fueron brindados por los trabajadores de dicha áreas, que son los usuarios principales del sistema. El perfil no es fijo y depende de factores variables como las estaciones del año (verano e invierno), fenómenos naturales como el niño, días nublados que atrapen radiación solar, lluvias esporádicas y otros que afecten la temperatura ambiente exterior; también depende de vacaciones de trabajadores, horas libres y otros que permitan que el equipo permanezca apagado, pero en general describe el uso del sistema apropiadamente.

Tabla 3.150. Horario de uso del sistema de climatización de La UES-FMOcc.

Unidad, departamento o Laboratorio Climatizado	06:30 am	07:00 am	07:30 am	08:00 am	08:30 am	09:00 am	09:30 am	10:00 am	10:00 am	11:00 am	11:30 pm	12:00 pm	12:30 pm	01:00 pm	01:30 pm	02:00 pm	02:30 pm	03:00 pm	03:30 pm	04:00 pm	04:30 pm	05:00 pm	05:30 pm	06:00 pm	06:30 pm
Laboratorio de investigación (Química)																									
Departamento de economía																									
Administración Académica																									
Administración financiera y RRHH																									
Medicina (Jefatura y sala de docentes)																									
Unidad de Proyección Social																									
Oficinas de biblioteca																									
Videoteca e internet																									
Unidad de Redes																									
Departamento de Ingeniería (jefatura y sala de docentes)																									
Departamento de idiomas (jefatura y sala de docentes)																									
Laboratorios de Idiomas I																									
Laboratorios de Idiomas II																									
Unidad de Hardware																									
Sala de conferencias (Segundo nivel)																									
Departamento de matemática																									
Sala de teleconferencias (Tercer nivel)																									
Decanatura																									

Fuente: Trabajadores de las oficinas y departamentos climatizado en la UES-FMOcc

Como se observa, en la mayoría de unidades utilizan el aire acondicionado en horarios de oficina de 8:00am a 12:00pm, lo apagan de 12:00pm a 2:00pm y lo enciende de nuevo de

12:00pm a 5:00pm, hay que señalar que en la unidad de Redes y el laboratorio de investigación en química el aire acondicionado se utiliza todo el día, los 365 días del año por la necesidad de mantenimiento se servidores y maquinas especiales. Este perfil representa las necesidades de refrigerar una oficina según lo manifestaron los trabajadores de la facultad.

3.2.2.3.2.4. Consumo de energía eléctrica del Sistema de Climatización

Tabla 3.151. Consumo diario de energía del sistema de climatización de la UES-FMOcc.

Unidad, departamento o laboratorio Climatizado	Características del sistema climatizador instalado				Capacidad instalada	Potencia de trabajo	Horas de uso/día	Consumo de energía por día (65%)
	#	Marca	Modelo	R c/u				
Laboratorio de investigación (Química)	1	YORK	H4RA036S06A	3 TR	3 TR	5.276 kw	24 hrs	82.306 kwh
					10.551 kw			
Departamento de economía	1	CHIGO	KF-88GW	3 TR	5 TR	8.793 kw	8 hrs	45.724 kwh
	1	PIONER	KM-70/Y	2 TR	17.585 kw			
Administración Académica	5	PIONER	KM-70/Y	2 TR	10 TR	17.585 kw	8 hrs	91.442 kwh
					35.170 kw			
Administración financiera y RRHH	2	PIONER	KM-70/Y	2 TR	4 TR	7.034 kw	8 hrs	36.557 kwh
					14.06 kw			
Medicina (Jefatura y sala de docentes)	2	YORK	H4RA036S06A	3 TR	6 TR	10.551 kw	8 hrs	54.865 kwh
					21.102 kw			
Unidad de Proyección Social	1	YORK	H4RA036S06A	3 TR	8 TR	14.068 kw	8 hrs	73.154 kwh
	1	YORK	HABA-T060SA	5 TR	28.136 kw			
Oficinas de biblioteca	2	YORK	H4RA036S06A	3 TR	6 TR	10.551 kw	4 hrs	27.443 kwh
					21.102 kw			
Videoteca e internet	1	YORK	H4RA036S06A	3 TR	3 TR	5.276 kw	8.5 hrs	29.150 kwh
					10.551 kw			
Unidad de Redes	2	YORK	H4RA036S06A	3 TR	6 TR	5.276 kw	24 hrs	82.306 kwh
					21.102 kw			
Departamento de Ingeniería (jefatura y sala de docentes)	1	YORK	H4RA036S06A	3 TR	3 TR	5.276 kw	5 hrs	17.147 kwh
					10.551 kw			
Departamento de idiomas (jefatura y sala de docentes)	1	YORK	H4RA036S06A	3 TR	3 TR	5.276 kw	5 hrs	17.147 kwh
					10.551 kw			
Laboratorios de Idiomas I	1	YORK	HABA-T045SA	4 TR	4 TR	7.034 kw	10 hrs	45.721 kwh
					14.06 kw			
Laboratorios de Idiomas II	1	YORK	HABA-T045SA	4 TR	4 TR	7.034 kw	10 hrs	45.721 kwh
					14.06 kw			
Unidad de Hardware	2	YORK	HABA-T060SA	5 TR	12 TR	21.102 kw	9.5 hrs	130.305 kwh
	1	CHIGO	KF-88GW	2 TR	42.204 kw			
Sala de conferencias (Segundo nivel)	1	YORK	HABA-T060SA	5 TR	5 TR	8.793 kw	5 hrs	28.577 kwh
					17.585 kw			
Departamento de matemática	1	YORK	HABA-T060SA	5 TR	12 TR	21.102 kw	6 hrs	82.298 kwh
	1	CHIGO	KF-88GW	2 TR	42.204 kw			
Sala de teleconferencias (Tercer nivel)	2	YORK	HABA-T060SA	5 TR	10 TR	17.585 kw	6 hrs	68.582 kwh
					35.17 kw			
Decanatura	3	YORK	HABA-T060SA	5 TR	15 TR	26.378 kw	8 hrs	137.166 kwh
					52.755 kw			
							Total	1095.618 kwh

Fuente: Propia

La tabla anterior resume la información de las características del sistema de climatización instalado en cada laboratorio u oficina. La columna # detalla la cantidad de unidades de aire acondicionado emplazadas, se detalla también la marca, el modelo y la capacidad de refrigeración individual de cada tipo aire acondicionado (columna R c/u). La columna *capacidad instalada* es la capacidad de refrigeración total emplazada en cada laboratorio u oficina, que es igual a la suma de las capacidades individuales en los aires acondicionados; como por ejemplo, en la Decanatura se instalaron tres unidades YORK de 5 TR c/u, entonces la capacidad instalada es 15 TR o 52.755 kw (kilo-watt) que es la unidad usada en electromagnetismo.

En cuanto a la columna *potencia de trabajo*, es igual a la capacidad de refrigeración instalada dividida entre dos, debido a que las unidades climatizadoras trabajan con un coeficiente de Eficiencia Energética para Refrigeración $EER = 2$; la interpretación practica sería que por cada 2 kwh de energía térmica que se introducen al espacio climatizado, el aire acondicionado necesita consumir 1 kwh de energía eléctrica para evacuarlo al exterior del espacio. Con cálculos teóricos el coeficiente de rendimiento de las unidades instaladas en la universidad es de 2.5, pero, debido a la antigüedad de 13 años para las unidades más nuevas y 30 años para las más antiguas, la eficiencia ha disminuido y se trabajará con un EER de 2.

La columna *horas de uso/día* es el resumen del perfil de uso detallado en la tabla 3.145 “Horario de uso del sistema de climatización”. Y la última columna describe el consumo de energía del sistema de climatización día normal, este consumo es igual a la potencia de trabajo del sistema (antepenúltima columna) multiplicado por las horas de uso por día (penúltima columna); el consumo es el 65 % del cálculo debido al funcionamiento normal de tiempos de marcha y paro del sistema. El técnico en aires acondicionados de la UES-FMOcc brindó la información de que si un aire acondicionado con funcionamiento normal trabaja durante de 8 horas, 5 de estas horas la maquina está en marcha y 3 horas está en paro, y es en el tiempo de marcha cuando se produce el consumo de energía eléctrica, este tiempo ronda el 65% del total (cinco de ocho horas).

3.2.2.3.3. Análisis del sistema de climatización

Ahora se analizan los datos presentados en la parte anterior, buscando problemas que causen incrementos innecesarios en el consumo de electricidad y que al solucionar estos problemas se ahorre energía, dinero y daño al medio ambiente. Para que un sistema de climatización tenga un funcionamiento óptimo, la oferta de refrigeración que debe instalarse deber cumplir los requisitos de que la demanda térmica sea la mínima posible en los edificios y oficinas climatizadas más un 10%; en consecuencia las oportunidades para mejorar el funcionamiento de este sistema y ahorrar energía se concentraron en solucionar los problemas que aumentan tanto en la oferta de refrigeración (capacidad térmica instalada) como en la demanda térmica en los edificios.

3.2.2.3.3.1. Problemas del Sistema de Climatización en demanda térmica

La estrategia y propuestas serán orientadas a solucionar los problemas que aumentan las cargas térmicas que conforman la demanda (transmisión, renovación, infiltración, personas, radiación, equipo e iluminación).

Problemas que aumentan la carga térmica producida por transmisión térmica

➤ *Aislamiento térmico insuficiente en los cerramientos de la envolvente de edificios*

El Salvador no cuenta con Código Técnico de Edificación que regule los niveles máximos de transmitancia térmica que deben tener los cerramientos en los edificios, entonces no se pudo comparar y decir si los valores obtenidos para los edificios de la UES-FMOcc cumplen con las normas, siendo energéticamente eficientes; sin embargo, los lugares que están climatizados en la universidad no fueron construidas para el aislamiento térmico y los valores de transmitancia térmica en la envolvente de éstos son muy altos, lo anterior dicho sobre la base de los valores máximos especificados en el Código Técnico de Edificación de España(CTE). Estos valores se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 3.152. Valores límite de la transmitancia termina en los cerramientos.

Tipo de cerramiento	Valor límite de la transmitancia (w/m ² K)
Paredes	0.66
Techos	0.38
Suelo sobre lugar no climatizado	0.49
Ventanas orientación N	2.50
Ventanas orientación E/O	2.90
Ventana orientación S/SE/SO	3.50
Puertas	1.0

Fuente: Código Técnico de Edificación español (CTE)

Para calcular la demanda térmica extra a la que se está incurriendo por transmisión de calor a través de la envolvente con cerramientos sin aislar, se calcula la carga térmica mínima bajo estas condiciones de diseño de la tabla anterior y se resta la carga por transmisión bajo las condiciones actuales sin aislamiento térmico, la diferencia es el desperdicio de energía. En la universidad, los valores actuales de transmitancia térmica de los cerramientos son hasta doce veces mayores que los valores máximos de la norma, por lo que se tendrán desperdicios de energía significativos según lo muestran las tablas 3.122 a 3.125.

Problemas que aumentan la carga térmica producida por renovación del aire

➤ *Ausencia de sistemas de renovación de aire en los espacios climatizados*

Se observó que en la facultad no existe sistema de renovación de aire, el cual tendría que renovarse por lo menos una vez cada par horas, según lo especificado por Roberto Montoya (técnico encargado de los aires acondicionados). Esto representa una ventaja, disminuyendo la carga por renovación y reduciendo la demanda total, pero resulta ser inconveniente, ya que, la salubridad del aire en el edificio disminuye según los niveles de concentración de di-óxido de carbono (CO₂) en aire, efecto directo de las personas que desarrollan sus actividades dentro del edificio. Además aumenta la carga por infiltraciones, ya que, la calidad contaminada del aire es una de las causas que contribuye a que los usuarios mantengan puertas y ventanas abiertas.

La infiltración de aire caliente desde el exterior por puertas y ventanas abiertas dentro de un edificio climatizado, es una causa de desperdicio de energía mucho mayor comparado a la existencia de sistema de renovación de aire, se analiza este problema más adelante.

Problemas que aumentan la carga térmica producida por infiltración del aire

Este es un problema generalizado a la mayoría de espacios climatizados, producto de dos causas principales: Huecos en los cerramientos de la envolvente del edificio, y ventanas y puertas abiertas.

➤ *Huecos en los cerramientos de la envolvente del edificio*

Se han observado huecos en las paredes que anteriormente funcionaban como ventanillas para servicio de atención al estudiante en unidades como administración académica, las ventanas son tipo sol-aire en las cuales queda un hueco entre las placas de vidrio que la componen cuando la ventana está cerrada (esto generalizado para todos los espacios), en el edificio de Carreras Múltiples los muros interiores son divisiones con paneles de cartón-yeso en los cuales queda una hendidura al empalmar con otro cerramiento como cielo falso, muro exterior de concreto, columnas de hormigón; también las puertas en los edificios no son para aislamiento térmico y hay un hueco entre los marcos de las puertas y las puertas, en fin; existen en la universidad infinidad de huecos que permiten la infiltración de aire.

Pero no se profundizara en detalles, ya que para el cálculo de la carga térmica por infiltración debido a huecos entre los cerramientos, el modelo matemático es variado y depende de las condiciones de la velocidad del viento, la temperatura, la humedad, así que, solo se especifica cómo un 25% de la carga térmica por renovación de aire. Sin embargo se propondrán acciones correctivas para reducir estos huecos y disminuir la pérdida de energía.

➤ *Ventanas y puertas abiertas en oficinas climatizadas*

Este problema resulta ser fundamental para el funcionamiento incorrecto y aumento del consumo de energía por servicio de aire acondicionado, el consumo en electricidad debido a esta situación puede incrementarse hasta del doble según las condiciones de

desperdicio. El problema se analiza desde dos perspectivas, el consumo de energía eléctrica y el deterioro de la unidad de aire acondicionado.

En cuanto al **consumo de electricidad**: está definido completamente por el tiempo de marcha de la unidad refrigeradora, como sabemos el aire acondicionado se coloca en tiempo de marcha demandando una potencia eléctrica constante según su capacidad hasta lograr disminuir la temperatura del aire del edificio a una temperatura específica de confort, luego detiene su marcha y se coloca en tiempo de parada hasta que la temperatura del aire se incrementa uno o dos grados, luego se coloca en marcha nuevamente, y así sigue sucesivamente en ciclos repetitivos; y el consumo está marcado por los tiempos de marcha.

El efecto de tener las puertas y ventanas abiertas hace que el aire que se está enfriando en el interior se ve renovado constantemente por aire caliente exterior, haciendo que no se alcance la temperatura de confort y la unidad se mantenga siempre en marcha. Este es un funcionamiento incorrecto del sistema y un desperdicio de energía que como se mencionó puede ser hasta el doble, dependiendo de las condiciones y circulación del viento.

Ahora, respecto al **deterioro de la unidad de aire acondicionado** también hay un costo implicado, ya que el funcionamiento normal es en intervalos de tiempos alternados de marcha-parada, de lo contrario el sistema se ve forzado y propenso a presentar fallos mecánicos y disminución de su vida útil, aumentando así los costos de mantenimiento en intervenciones correctivas.

Problemas que aumentan la carga producida por concentración de personas

En promedio se incurre en un aumento de carga de 100 watts por cada persona que se encuentra en el edificio, pero, para disminuir esta carga térmica no se limitara el acceso de trabajadores y estudiantes a los espacios climatizados, sino, tratar que no se concentren aglomeraciones de personas en lugares donde se brinda atención al estudiante como en Administración Académica, recepción de biblioteca, secretarías de los departamentos, entre otras; además de crear un procedimiento ordenado de atención. Esto permitirá disminuir la carga térmica producida por personas, mejorar el servicio de atención al estudiante cuando realicen trámites estudiantiles personales, además de aumentar la salubridad del aire

disminuyendo la producción de di-óxido de carbono (CO₂) en las oficinas que no cuentan con sistema de renovación de aire.

Problemas que aumentan la carga térmica por iluminación y equipo de oficina

En todas las oficinas hay iluminación artificial y equipo ofimático, y la potencia de estos equipos representa carga térmica que el aire acondicionado tiene que evacuar al exterior. Los problemas de demanda de estos se tratan en la parte de equipo instalado en iluminación y ofimática descrito anteriormente, no entrando en detalles ahora.

3.2.2.3.3.2. Problemas del Sistemas de Climatización en oferta térmica

La oferta térmica es la capacidad de refrigeración de la unidad o unidades de aire acondicionado instaladas en los edificios. Esta oferta deber ser un 10% mayor que la demanda térmica mínima posible, se encontraron los problemas que rompen con este balance y detallan en seguida.

Demasiada capacidad de refrigeración instalada

Se han encontrado edificios donde la capacidad del sistema de aire acondicionado instalado es mayor que el 10% especificado por la demanda térmica. Actualmente se tiene sobre-capacidad de refrigeración instalada aún con los problemas descritos en la parte de oportunidades de mejora en demanda térmica, ya que, si se solucionan estos problemas la demanda térmica disminuiría y el rango entre oferta y demanda aumentaría, teniendo una capacidad de refrigeración ociosa mucho mayor.

Esto puede ser efecto de varias causas como: un mal cálculo de demanda térmica, también que las unidades de aire tienen límites en capacidad de una tonelada de refrigeración (1 TR = 3517 W) entre un equipo y otro, y la demanda térmica está entre este intervalo, teniendo que instalar el número entero mayor del intervalo; como ejemplo: si se tiene una demanda térmica de 1.642 TR como en el Laboratorio de investigación en Química, debe instalarse un aire acondicionado de 2 TR, teniendo una sobrecarga de 0.358 TR, sin embargo se instalaron 3 TR. Esto es un problema, ya que entre mayor sea la capacidad de un aire acondicionado también mayor es la potencia eléctrica que necesita para su funcionamiento y

por ende mayor el consumo de electricidad. Una mejora es entonces disminuir la demanda en 0.642 TR e instalar un aire acondicionado de 1 TR y ahorrar 2 TR, si lo anterior no es posible lo mejor es instalar un aire acondicionado de 2 TR y ahorrar 1 TR.

Se puede apreciar en la tabla () que hay nueve oficinas donde existe sobre-capacidad de refrigeración instalada, con valores desde 0.324 TR en el Departamento de Idiomas hasta 2.774 TR en el Decanato, entonces existe sobre-capacidad en 9 de 18 espacios climatizadas (50 % del sistema de climatización). En ciertas oficinas con valores de 0.8 TR o menos en refrigeración ociosa que es razonable, pues los aires acondicionados del mercado difieren en 1 TR entre un equipo u otro y no puede instalarse un equipo con fracciones de capacidad.

Déficit en capacidad de refrigeración instalada

Existe también el caso contrario, donde la capacidad de refrigeración instalada es menor que la demanda térmica, este problema es mayor que el anterior desde el punto de vista del consumo de energía. En este caso se transferirá calor al interior del edificio por iluminación, equipo, personas, transmisión en cerramientos, renovación de aire, entre otros; a una tasa mayor de la que el aire acondicionado puede retirar del interior y transferir al exterior para refrigerar el espacio, entonces nunca se lograra extraer la cantidad suficiente de calor del aire interior como para enfriarlo hasta la temperatura de confort.

En este caso la unidad climatizadora en teoría nunca detendrá su tiempo de marcha al no alcanzar la temperatura de confort, como se describió en el caso de puertas y ventanas abiertas, también presentándose los mismos problemas de alto consumo eléctrico al no tener tiempos de parada en el aire acondicionado y problemas de deterioro de equipo, no entrando en detalles porque ya se tocaron estos puntos antes.

En la facultad existen 9 espacios de 18 climatizados con capacidad de refrigeración en déficit, los valores que van desde - 0.223 TR en el depto. Ingeniería hasta - 6.711 TR en el Laboratorio de Idiomas I, el signo menos (-) que acompaña el número indica el déficit. Se tiene entonces de 18 espacios climatizados, 9 con problemas de capacidad refrigeradora en déficit y 9 con problemas de sobre-capacidad de refrigeración instalada.

Es importante mencionar que con la implementación de las soluciones a los problemas encontrados y descritas en el capítulo cuatro, la demanda térmica disminuirá, solucionando

el problema de déficit de capacidad en refrigeración en las oficinas y laboratorio donde la diferencia entre oferta y demanda térmica es pequeña.

3.2.2.3.3. Problemas en la forma de uso del sistema de climatización

Las partes anteriores brindan un valor óptimo para la instalación de un sistema de aire acondicionado, emplazando un sistema que ofrezca únicamente un 10 % más de la demanda térmica mínima posible. Sin embargo, cumpliendo este equilibrio entre capacidad de refrigeración instalada y carga térmica demandada se puede incurrir en desperdicio de electricidad según la forma que los usuarios usen el aire acondicionado.

Usuarios sin conocimiento de uso, ni del funcionamiento del aire acondicionado

Se preguntó a las personas que laboran en los espacios climatizados del edificio de Carreras Múltiples sobre capacitación en el uso del sistema, estos manifestaron que nunca recibieron ninguna indicación sobre el funcionamiento y uso del sistema de aires acondicionados; con excepción de la utilización del interruptor de encendido/apagado en el termostato, como lo manifestó la secretaria de las oficinas de biblioteca.

Esta situación puede contribuir a otros problemas, como: mantener puertas y ventanas abiertas, ya que los usuarios no saben sobre el desperdicio de energía y deterioro del equipo climatizador al que se incurre por este problema de puertas y ventanas abiertas. Tampoco saben cuál es la temperatura de confort a la que debe ser ajustado el sistema, además; los usuarios agregaron que no se identifica la escala graduada en los termostatos, siendo difícil saber a qué temperatura se encuentra el espacio.

Termostatos análogos para el control del aire acondicionado

Los termostatos análogos tienen una precisión menor que los digitales, además de muchas otras desventajas en programación de tiempos e intervalos de funcionamiento. Estos resultan ser inconvenientes para el ajuste de la temperatura de confort de 24 °C por tener un mayor rango de error, contribuyendo al uso inadecuado de la unidad climatizadora y provocando mayor consumo de energía.

Estos termostatos análogos presentan muchos inconvenientes y por su imprecisión mayor no se tiene control sobre la temperatura de ajuste. Estos controlan la temperatura a través de una banda bimetálica que utiliza el principio de expansión térmica, la banda bimetálica se expande y forma un arco cuyo extremo hace contacto con un interruptor de encendido cuando la temperatura es mayor que la de confort y el contacto se rompe cuando la dicha temperatura disminuye ocasionando que el aire acondicionado detenga su marcha cuando se alcanza la temperatura de confort. Pero este tipo de control de temperatura es energéticamente ineficiente por que el ajuste mecánico de metales puede tener errores de temperatura de varios grados en el peor de los casos.

Además la escala de temperatura graduada en estos tiene un ancho de intervalo de 20 ° F, ajustando a cálculo visual los valores intermedios entre intervalos; si se desea ajustar a la temperatura de confort a 24 °C (75.2 °F) el valor real puede diferir en un par de grados del ideal. Según estudios de eficiencia energética, aumentar en un grado la temperatura de confort representa entre el 6 a 10% de consumo extra en electricidad (IDEA, s.f, p. 7). Otro inconveniente manifestado por los empleados es en la manipulación de los termostatos, ya que no logran sentir cambio apreciable en las condiciones de la oficina cuando manipulan la temperatura, como si el aire acondicionado funcione a una temperatura constante aun ajustando el termostato.

Usuario renuente a indicaciones provenientes de la unidad de mantenimiento

Es un problema frecuentemente manifestado por los empleados de la universidad no solo en acatar indicaciones de cómo utilizar los aires acondicionados, sino también en equipo de oficina, iluminación y otros; las causas del problema yacen en la cultura organizacional de la universidad. Roberto Montoya empleado de mantenimiento hizo del conocimiento de los autores del trabajo que ha brindado indicaciones a usuarios de espacios climatizados en Medicina, Ingeniería, entre otros, sobre el problemas de puertas y ventanas abiertas; pero estos no acatan indicaciones llegando algunos hasta el punto de molestarse y manifestando que las puertas están abiertas por motivos de seguridad, ya que, tienen miedo que un ladrón entre y se aproveche de encontrar la puertas cerradas y asalte el lugar.

El técnico también manifestó que el problema de no acatamiento de indicaciones no puede generalizarse, ya que la jefa del departamento de Idiomas licenciada D' Lourdi

colaboró con un problema que existía en el laboratorio/centro de cómputo del departamento. El problema era que el termostato del laboratorio presentaba desperfectos constantes por ser manipulado diariamente por los estudiantes, además no se tenía control sobre la temperatura de confort llegando a veces hasta 20°C; pero la licenciada colaboró comprando los repuestos del termostato y brindando la indicación a los estudiantes con autoridad formal del Decano que prohibía a estos la manipulación del termostato para ajustar la temperatura del laboratorio, también indico que eran ejemplos buenos y raros.

Equipo de oficina encendido y sin uso en espacios climatizados

Situación en una oficina o centro de cómputo deja de utilizarse la computadora, impresora u otro equipo electrónico y se queda encendido; este sigue generando calor por efecto joule. Estos equipos están compuesto por partes electrónicas, como: procesadores de datos, tarjetas de red, tarjetas de video, tarjetas de audio, fuentes de poder, y otros que utilizan electricidad para dos efectos; primeramente para la función principal que tienen dentro del equipo como procesar datos, generar audio, generar video, alimentar otros dispositivos como en el caso de las fuentes de alimentación. El segundo efecto es la generación de calor por efecto joule, todos estos componentes tienen circuitos conductores de electricidad con resistencias internas y externas donde se transforma la energía eléctrica en energía calorífica. Esta energía calorífica puede ser grande según la eficiencia del componente y en algunos casos puede ser mayor al 50%.

Ahora pensemos que en una oficina climatizada existen 15, 20 o 30 computadora encendidas y sin uso, el calor generado es intenso y el consumo eléctrico del aire acondicionado significativo. Apagando la computadora en espacios climatizados el ahorro es doble, ahorrando la energía que la computadora consume cuando está encendida y sin uso; y ahorrando energía en aire acondicionado al evitar las generación de calor de computadoras encendidas y sin uso.

3.2.2.3.3.4. Otras oportunidades de mejora en el sistema de climatización

Se describen en este apartado problemas que contribuyen al desperdicio de energía en este sistema y no se ubican en oferta, ni demanda térmica, tampoco en la forma de uso de aire acondicionado.

Mantenimiento externo de aires acondicionados

Aunque la facultad cuenta con un técnico en mantenimiento de aires acondicionados, el mantenimiento del sistema de climatización está a cargo una empresa externa. Esto puede tener muchos beneficios, ya que es una empresa especializada en el rubro que cuenta con equipo especializado, pero se han escuchado anomalías en la forma de operar de las empresas que brindan el mantenimiento externo.

En el año 2014 la empresa Servicio Fríos S. A de C.V realizó mantenimiento correctivo cobrando \$ 8 mil por una intervención que duró aproximadamente una semana, y según la fuente que no se especifica por petición y seguridad laboral, fue innecesaria; ya que el sistema de aires acondicionado funcionaba correctamente. Nos manifestó que el contrato de la empresa fue celebrado con la UACI en la sede central de la UES y cuentan con la autorización de la junta directiva, entonces cuando los técnicos de ésta empresa llegan a la Facultad Multidisciplinaria de Occidente a realizar las intervenciones correctivas de mantenimiento no pueden detenerse aunque sean innecesarias. También comentó que en el 2014 la empresa hizo dos intentos de intervenir el sistema climatizador de la facultad, pero hicieron lo posible para obtener apoyo de las autoridades y detener la intervención por ser innecesaria, sin embargo, la empresa hizo un tercer intento justificando nuevos desperfectos, consiguiendo la autorización de la UACI, interviniendo el sistema y cobrando cerca \$ 8 mil.

Hizo del saber que la forma de justificar el cobro era investigando cuánto dinero había disponible en la partida de mantenimiento de la UES-FMOcc para climatización, y así planear problemas en el sistema de aires acondicionados cuyos costos de corregirlos, sumado a costos de repuestos, mano de obra y otros gastos, se acerquen a cantidad disponible. Por último menciono que con los \$ 8 mil se pudieron haber hecho muchas mejoras en funcionamiento de sistema y que esa no era forma de utilizar el dinero.

Ventanas con acristalamiento sin protección solar

Se observó por fuente propia que el 100 % de espacios climatizados cuentan con ventanas acristaladas con protección solar insuficiente, en las cuales entra la mayor parte de la luz solar. Como es conocido el sol irradia la tierra con energía que viaja en forma de onda electromagnética que está compuesta por varios tipos de rayos clasificados según la longitud de onda, la luz solar es solo una parte del espectro electromagnético y está compuesta por rayos ultravioleta (5%), rayos visibles (50%) y rayos infrarrojos (45%) los cuales llegan a la atmosfera y una porción es reflejada de nuevo al espacio, el resto llega a la tierra. La cantidad de luz solar que llega a la superficie terrestre es: rayos ultravioleta (2%), rayos visibles (26%) y el rayos infrarrojos (38%) (AGC, 2014).

Las ventanas compuestas por cristales sin protección solar dejan paso libre a la mayor parte de la luz solar, sin embargo solo la luz visible es aprovechable para iluminar un espacio en forma natural, los rayos infrarrojos y ultravioleta no sirven para tal propósito y tienen el inconveniente de generar calor al incidir sobre un cuerpo. En consecuencia estos cristales no sirven para el aislamiento térmico al dejar pasar los rayos ultravioleta e infrarrojos que representan el 40% de luz solar, la constante solar es 1353 W/m^2 para el 100% de luz, entonces para el 40% representa 538 W/m^2 que penetran al edificio a través de vidrio sin protección solar en ventanas.

Capa de aire extensa existente entre el cielo falso y el techo

El problema se da en el edificio de Carreras Múltiples. En este, después del cielo falso no hay divisiones entre oficinas, en consecuencia el aire estancado tiene una superficie igual a todo el techo de primero, segundo o tercer nivel del edificio. Entonces el exterior de una oficina climatizada sería todo el aire estancado entre el cielo falso y la losa de cualquier nivel.

Esto no representaría un problema si la capa de aire existente entre el cielo falso y el techo (losa de hormigón o lámina de acero) tuviera la misma superficie que la oficina climatizada, sino que, contribuiría al aislamiento sumando la resistencia térmica de la capa de aire estancada a la resistencia del techo.

El problema se visualiza, ya que, el cielo falso (placa de yeso) tiene una transmitancia térmica de $4.717 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ cuando lo permitido en techos es $0.38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ según CTE.

Entonces se escapará más de 12 veces el calor permitido por transmisión en esta cubierta de yeso hacia el aire estancado.

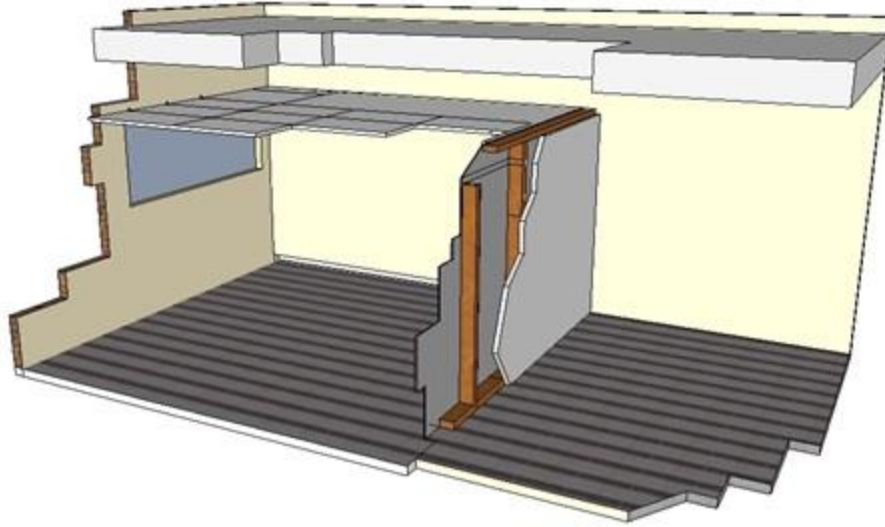


Figura 3.84. Problema climatización: Aislamiento insuficiente en techo de edificio Carreras Múltiples.
Fuente: Propia.

Se termina el análisis del sistema de climatización diciendo que al solucionar cada problema descrito se ahorra energía eléctrica, entonces se proponen acciones en el siguiente capítulo para solucionar cada situación problemática.

3.2.3. DIAGNÓSTICO DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS EN LA UES-FMOcc.

Este diagnóstico se basa en estudiar el consumo de energía eléctrica por procesos administrativos ejecutados en la universidad, como: desarrollo de clases, servicios de biblioteca, de hemeroteca, entre otros; verificando si el consumo en estos es demasiado alto por motivos de procesos energéticamente ineficientes. Si lo anterior resulta ser cierto deben encontrarse las causas de la implementación de procesos administrativos causantes de desperdicio eléctrico y por último plantear acciones que corrijan estas causas.

Como es costumbre el diagnóstico de procesos administrativos se desarrolla en tres etapas para mejor organización.

- Descripción de procesos administrativos
- Presentación de datos de procesos administrativos
- Análisis de datos de procesos administrativos

Se presenta el desarrollo de cada etapa comenzando con la descripción de procesos administrativos.

3.2.3.1. Descripción de Procesos Administrativos

Uno de los temas que deben ser abordados entre las problemáticas que contribuyen al desperdicio de energía eléctrica en la universidad, son: **los procesos de trabajo desarrollados**. Estos, aunque son esenciales en los servicios que presta la universidad, pueden ser energéticamente ineficientes e impactar negativamente en el consumo eléctrico. A raíz de la observación de procesos de trabajo, en la investigación se obtuvieron los siguientes que pueden mejorarse para disminuir el consumo eléctrico necesario para desarrollarlos.

- Uso del servicio de Biblioteca
- Uso del servicio de Hemeroteca
- Prontas intervenciones de Mantenimiento

Se describen las condiciones del problema en estos procesos en la siguiente parte.

3.2.3.2. Presentación de datos de Procesos Administrativos

Se presentan procesos de uso del servicio de biblioteca, uso del servicio de hemeroteca y prontas de intervenciones de mantenimiento que contribuyen al consumo de energía eléctrica innecesario.

3.2.3.2.1. Uso del servicio de Biblioteca

El uso de la biblioteca es esencial tanto para préstamo de libros como también de centro de lectura para estudiantes, ya que es de los pocos lugares donde se puede tener el silencio necesario para la concentración en la lectura. Es aquí donde se detectó un problema en el proceso, el cual contribuye al desperdicio en la energía eléctrica. A continuación se presenta en prosa y en flujograma el proceso actual que se lleva a cabo para el uso de la biblioteca por parte de los alumnos.

El proceso empieza desde que el alumno decide hacer uso de la biblioteca, éste tiene la opción de estudiar en la sala de lectura con material propio o prestando un libro en la biblioteca. Para prestar un libro, se puede realizar mediante dos formas.

- 1) Presentar el DUE con el nombre del libro que se desea prestar.
- 2) Ingresar al sistema de la biblioteca mediante una computadora situada en el área de lectura y buscar un libro referente al tema de interés y con esto presentar el código que identifica dicho libro.

El bibliotecario ingresa los datos al sistema y si el libro está disponible lo entrega al estudiante que lo recibe y pasa a la sala de lectura. Al terminar de estudiar entrega el libro si lo ha prestado, se le entrega su DUE y se retira de la biblioteca; en el caso de quien lleva su material de estudio solamente se retira. Puede visualizarse este proceso en el presente flujograma.

Uso de Biblioteca

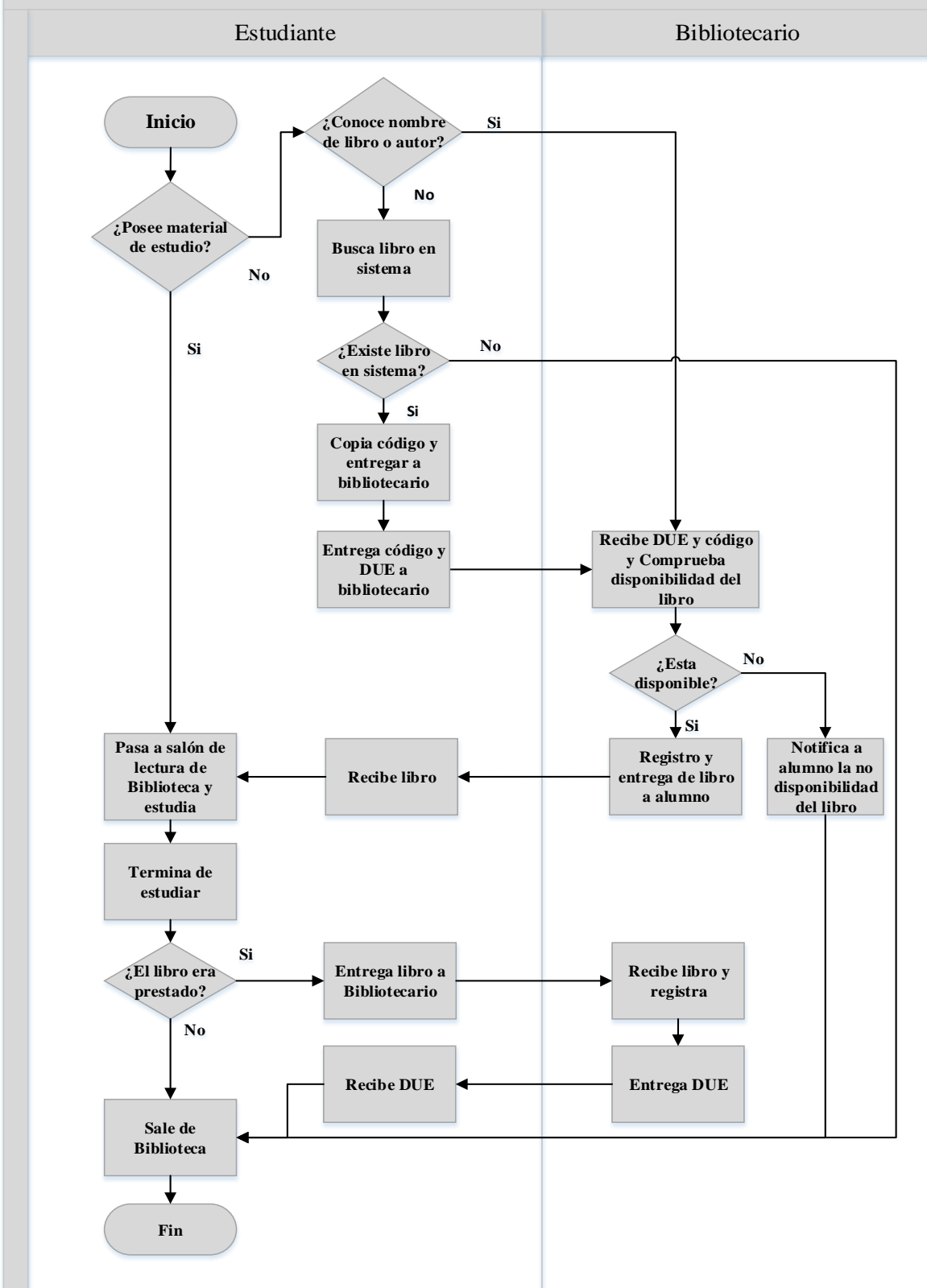


Figura 3.85. Proceso de uso de Biblioteca.
Fuente: Propia.

Recorrido del área en el uso de Biblioteca

Según el proceso presentado hay tres alternativas que el estudiante puede seguir para el uso de la biblioteca.

- a. Uso de biblioteca con material de estudio propio.
- b. Uso de biblioteca con material de estudio prestado por la biblioteca sabiendo el libro que desea utilizar.
- c. Uso de biblioteca con material de estudio prestado por la biblioteca sin saber el libro que desea utilizar.

Donde para cada una de estas tres alternativas poseen variantes en los recorridos que hacen los estudiantes al usar este servicio que es prestado por la Facultad. Se presentan cada uno de ellos.

a. Uso de biblioteca con material de estudio propio

El primero de los recorridos en el flujo del proceso que realiza el estudiante consta nada más en entrar al área de la biblioteca y sentarse en unos de los centros de lectura, estudiar y al terminar salir de esta.

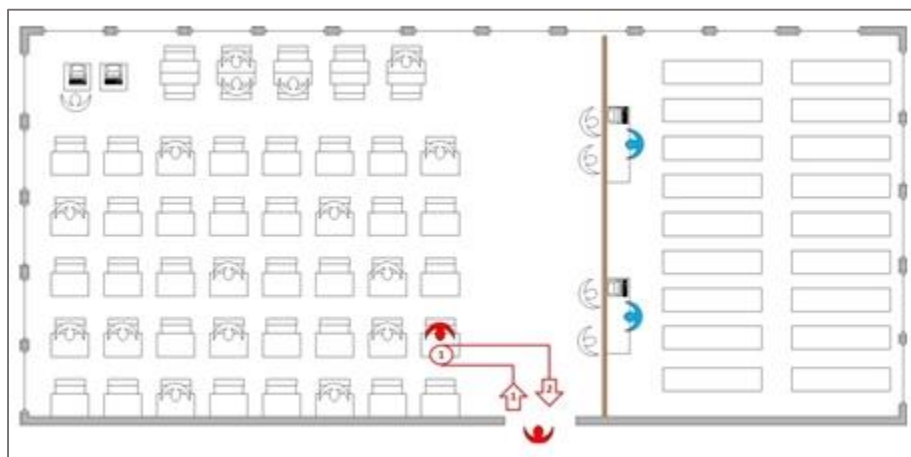


Figura 3.86. Esquema de recorrido “a” en la biblioteca.

Fuente: Propia.

b. Uso de biblioteca con material de estudio prestado por la biblioteca sabiendo el libro que desea utilizar

Para este caso el estudiante no posee material de estudio propio pero sabe cuál es el libro que puede prestar para estudiar. Esta variante del uso de biblioteca empieza cuando el estudiante entra al área y se dirige al estante del personal de la biblioteca a quienes entrega el carnet e indica el libro a utilizar, el personal registra el préstamo y entrega de libro, luego el estudiante se dirige a ocupar uno de los puestos de lectura, al concluir la lectura se dirige al estante de entrega donde el personal recibe el libro e inmediatamente entrega el carnet al estudiante, posteriormente el este se retira del lugar.

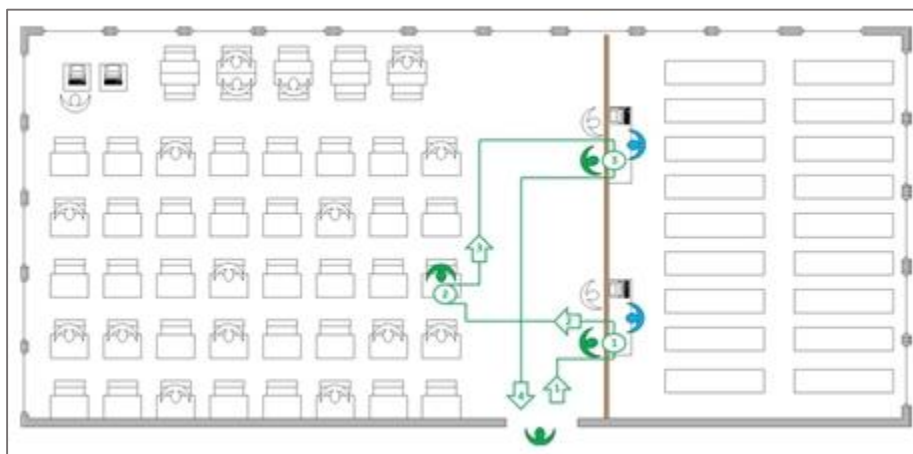


Figura 3.87. Esquema de recorrido “b” en la biblioteca.
Fuente: Propia.

c. Uso de biblioteca con material de estudio prestado por la Facultad sin saber el libro que desea utilizar

El último caso sobre el uso del espacio de biblioteca es cuando el estudiante necesita hacer uso del servicio pero no sabe qué libro es el indicado para estudiar, y por eso debe realizar una operación más que el caso anterior. El proceso empieza cuando el estudiante entra al área de biblioteca y se dirige a una computadora para la búsqueda del libro en el inventario de la biblioteca, verificando el código del libro indicado; luego se dirige a entregar el carnet y el código al personal de biblioteca el cual después de recibir estos datos hace el registro y préstamo del libro, luego el estudiante se dirige a ocupar uno de los puestos de lectura y al culminar la lectura se dirige al estante de entrega donde el personal recibe el libro y posteriormente entrega el carnet al estudiante, luego este se retire del lugar.

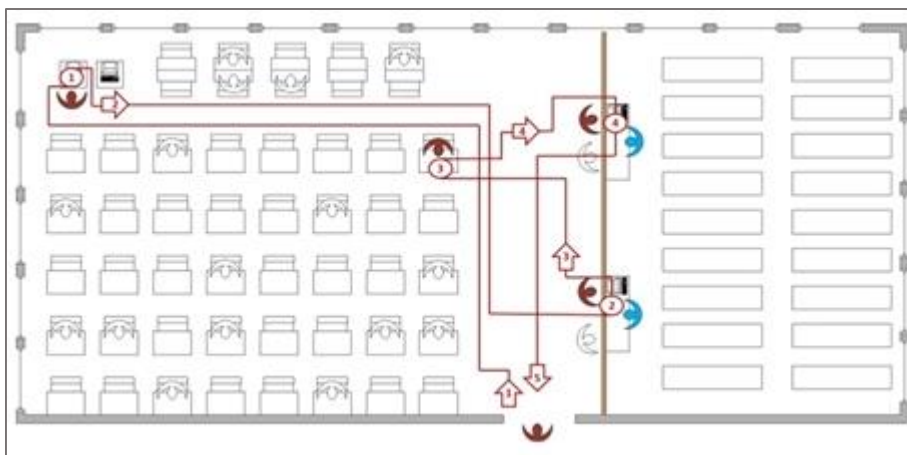


Figura 3.88. Esquema de recorrido “c” en biblioteca.
Fuente: Propia.

3.2.3.2.2. Uso del servicio de Hemeroteca

La hemeroteca es otro lugar destinado para el estudio colectivo de estudiantes, en este se tiene el servicio de préstamo de Tesis y el servicio de mesas de estudio. En el proceso de uso de hemeroteca se describe a continuación.

El proceso empieza desde el momento en que el alumno o grupo de alumnos entran al área de hemeroteca con el propósito de estudiar, estos pueden estudiar con material propio o con el uso de tesis que son proporcionadas en este lugar. Podría darse el caso en que los alumnos entran a la hemeroteca, ven un lugar que está disponible y se dirigen a él para estudiar con material propio; o puede darse el caso que los estudiantes que necesitan una tesis, entonces deben ir a los listados de tesis disponibles, copiar el código y nombre de esta para entregarlo al encargado de la hemeroteca junto con el DUE y prestar la tesis deseada, luego hacen uso de la tesis dentro de la hemeroteca y al terminar de usarla proceden a entregarla, el encargado registra dicha entrega y devuelve el DUE al estudiante para que este se retira del área. Este proceso se especifica en el flujograma presentado a continuación.

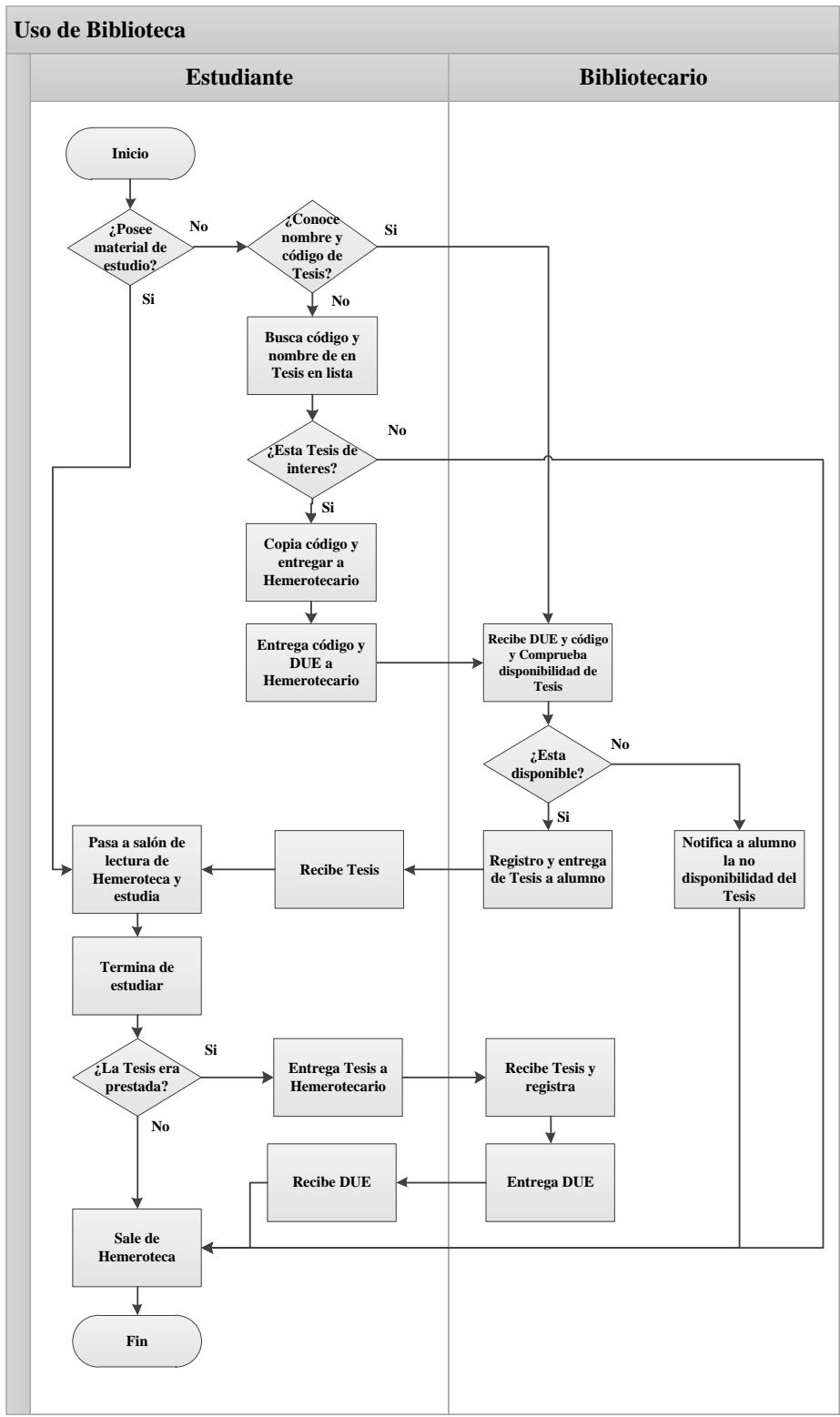


Figura 3.89. Proceso de uso de Hemeroteca.
Fuente propia

Recorrido del área en el uso de Hemeroteca

Según el proceso presentado hay tres alternativas que el estudiante puede desarrollar para el uso de la hemeroteca.

- a. Uso de hemeroteca con material de estudio propio.
- b. Uso de hemeroteca con material de estudio prestado por la hemeroteca sabiendo la tesis que desea utilizar.
- c. Uso de hemeroteca con material de estudio prestado por la hemeroteca sin saber la tesis que desea utilizar.

a. Uso de hemeroteca con material de estudio propio

El primero de los recorridos en el flujo del proceso que realiza el estudiante consta nada más en entrar al área de la hemeroteca y sentarse en unos de los centros de lectura, estudiar y luego al terminar salir de esta.

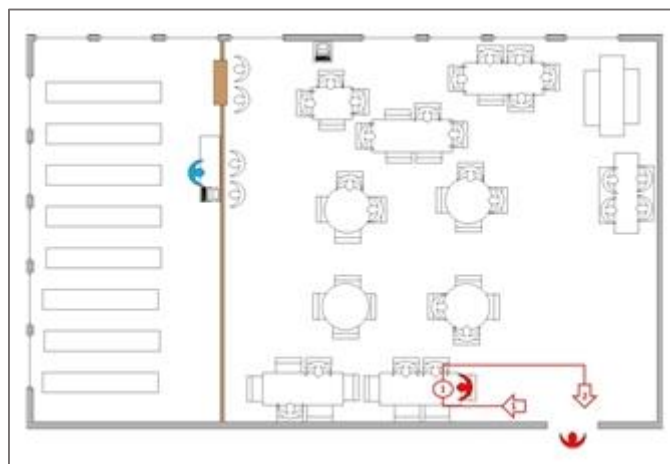


Figura 3.90. Esquema de recorrido “a” de hemeroteca.
Fuente: Propia.

b. Uso de hemeroteca con material de estudio prestado por la Facultad sabiendo la tesis que desea utilizar

Para el caso número dos sobre el uso de hemeroteca el estudiante no posee material de estudio propio pero sabe cuál es la tesis que puede prestar para estudiar, entonces no es necesario que vaya al lugar donde están las libretas de códigos y nombres de las tesis. El

estudiante se dirige de forma directa hacia el encargado de la hemeroteca a quien pide la tesis deseada dando el nombre, el código de tesis y el DUE; luego utiliza la tesis en la sala de estudio para sacar la información que requiere. Al terminar de utilizarla, el estudiante entrega al encargado de la hemeroteca la tesis y recibe el DUE para retirarse del lugar.

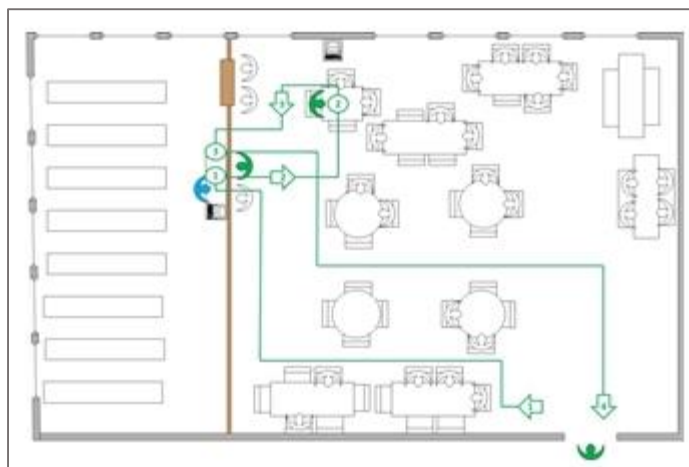


Figura 3.91. Esquema de recorrido “b” de hemeroteca.
Fuente: Propia.

c. Uso de hemeroteca con material de estudio prestado por la Facultad sin saber la tesis que desea utilizar

En el tercer caso el estudiante necesita hacer uso del servicio de la hemeroteca pero no sabe qué libro es el indicado para estudiar, y es por eso debe realizar una operación más que el caso anterior. El proceso empieza cuando el estudiante entra al área de hemeroteca, se dirige al mostrador y busca en el catálogo el nombre y código de la tesis que necesita, luego entrega el código y el DUE al personal de la hemeroteca, este personal recibe los datos y hace el registro del préstamo de la tesis; luego el estudiante se dirige a ocupar uno de los puestos de lectura, al terminar la lectura se dirige al estante de entrega donde el personal recibe la tesis y entrega el DUE al estudiante para que pueda retirarse del lugar.

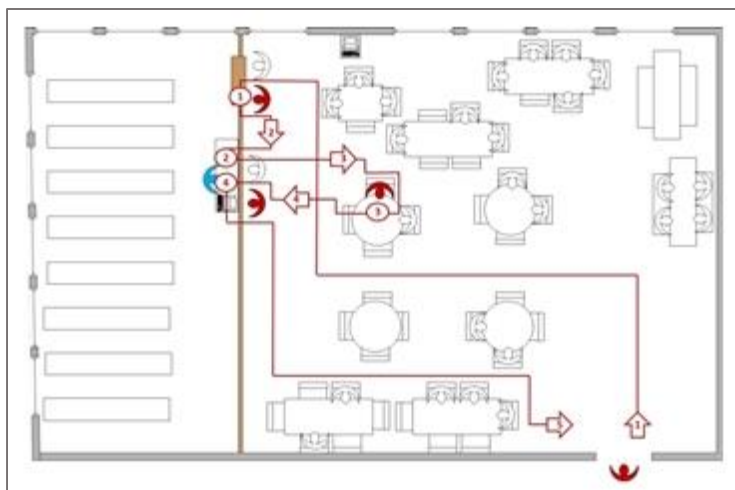


Figura 3.92. Esquema de recorrido “c” de hemeroteca.
Fuente: Propia.

3.2.3.2.3. Prontas intervenciones de Mantenimiento

Para conseguir mayor eficiencia energética en la Universidad de El Salvador FMOcc, se necesita que todos los equipos eléctricos existentes dentro de ella, desde la más sencilla de las lámparas que iluminan un puesto de trabajo hasta los equipos más sofisticados que puedan existir en la actualidad, funcionen de forma eficiente. Esto se logra siempre que se realice el mantenimiento adecuado de dichos equipos, minimizando así averías y bajos rendimientos. Las instalaciones eléctricas de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente carecen de planes de mantenimiento y diagramas de procesos bien planeados, dirigidos y ejecutados que puedan lograr mayor eficiencia energética.

Como se menciona, la universidad no interviene los equipos eléctricos siguiendo un plan de mantenimiento, sino que espera a que los equipos fallen para luego reparar las averías con mantenimiento correctivo. Esta forma de accionar basada en una política de fallo de equipos tiene el inconveniente de resultar demasiado caro, además las intervenciones de reparación no son prontas, ya que el personal de la universidad han reportado equipos con avería desde hace años; la unidad de mantenimiento justifica el modo lento de trabajar debido al que no cuentan con suficiente apoyo financiero para comprar piezas de recambio y aprovisionamiento. Al final son los estudiantes y usuarios de la universidad quienes resultan afectados al tener equipo averiado en la universidad.

3.2.3.3. Análisis de datos de Procesos Administrativos

A continuación se analiza la información cualitativa presentada en la parte anterior sobre los procesos de uso del servicio de biblioteca, uso del servicio de hemeroteca y prontas intervenciones de mantenimiento; indicando como estos contribuyen al desperdicio de energía eléctrica.

3.2.3.3.1. Problema sobre el uso de Biblioteca y Hemeroteca

El uso de biblioteca y hemeroteca es algo cotidiano en la universidad y por eso se prestó atención sobre el uso de la iluminación artificial en este lugar. Es aquí donde se percibe un consumo de energía eléctrica innecesario en iluminación, debido a que no hay control de los lugares donde los estudiantes se sientan en la salas de lectura, provocando de esta manera un desorden en cuanto uso y en cuanto a la iluminación de la sala de lectura. Se presentan dos imágenes donde puede verse la forma habitual y desordenada de cómo son ocupados los lugares de lectura en análisis.



Figura 3.93. Problema Proceso Administrativo: Sala de lectura de biblioteca iluminada y sin uso.
Fuente: Propia.



Figura 3.94. Problema Proceso Administrativo: Sala de lectura de hemeroteca iluminada y sin uso.
Fuente: Propia.

El hecho de no poseer un control del puesto que está disponible para cada alumno es la deficiencia en el proceso que contribuye al desperdicio de energía eléctrica en la biblioteca y la hemeroteca, pues el modo desordenado de llenar el espacio hace necesario que todas las luminarias de la sala de lectura se mantengan encendidas toda la jornada y se tengan iluminados lugares innecesarios donde no hay alumnos estudiando. Trabajar de esta manera implica los desperdicios siguientes.

- En las zonas cercanas a la ventana no es necesario el uso de las luminarias en la mañana y al medio día, ya que entre estas horas el nivel de iluminación por luz natural llega al óptimo de 500 lux, datos que pueden ser verificados en la tabla 3.59.
- No ubicar al estudiante en lugares con iluminación natural confortable para la lectura, desperdiciando energía cuando estos se ubican en lugares con iluminación artificial.

3.2.3.3.2. Prontas intervenciones de Mantenimiento

Mediante el desarrollo de la investigación de campo se pudo afirmar que el método que actualmente implementa la Universidad de El Salvador FMOcc para mantenimiento es deficiente, lo anterior dicho sobre la base que se han identificado circuitos en mal estado, apagadores dañados, sistemas de iluminación en muy mal estado e incluso hasta deteriorados. Estos procesos no tienen en cuenta los aspectos relativos a la eficiencia energética, como por ejemplo: ramas de árboles que interfieren en el aprovechamiento de luz natural, cristales de las ventanas y superficies de las lámparas disminuyen su eficiencia notablemente debido una

capa de polvo sobre ellas que impide el paso de la luz natural o artificial, el rendimiento de los sistemas de aire acondicionado está fuertemente afectado por la limpieza de los filtros, falta de aislamiento térmico en cerramientos, entre otros.

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento en la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio. Esto es algo que en la universidad debe buscarse.

3.2.3.3.3. Uso del servicio de aulas

La falta de control de los alumnos en las aulas por parte de los docentes tiene como repercusión desperdicios de energía eléctrica, pues entre más disperso en el aula está el grupo de alumnos es necesario iluminar una área mayor del aula. Este desorden se asocia a malas prácticas y falta de controles institucionales, este consumo innecesario en iluminación puede ser significativo, ya que la mayoría de edificios de la universidad son aulas donde se presenta este problema. El costo que debe ser pagado por dicho problema es difícil de cuantificar, pues depende de la cantidad de alumnos que hacen uso de las aulas.

Además se tienen desperdicios momentáneos entre clases, ya que en muchos casos quienes hacen uso del espacio dejan encendidas las luces al terminar la clase.

A primeras horas de la jornada diurna se tienen desperdicios de energía eléctrica por luminarias, ya que personal de limpieza deja encendidas las lámparas después de realizar sus actividades. Este problema se da entre las horas de 5:00 am a 6:45 am y es más frecuente en las aulas 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

En la jornada clases se tiene desperdicios por parte de alumnos y docentes que dejan lámparas encendidas en algunas aulas, se ha podido constatar mediante observación directa que dicha problemática se da con mayor frecuencia en las siguientes aulas:

Jornada diurna

- Edificio de aulas N
- Aulas 11 y 12

- Aulas del edificio Bunker

Jornada nocturna

- Aulas de Edificio de Economía
- Aulas 3, 6, 7, 8, 10
- Aulas edificio de medicina

Puede concluirse que es necesario el establecimiento de procesos que deben ser seguidos para el uso de estas áreas, estos deben acompañarse de un cambio de conciencia de todos lo que hacen uso de estos lugares, como: docentes, alumnos y empleados administrativos.

Antes de cerrar el diagnóstico de procesos administrativos es importante mencionar lo siguiente.

Los procesos presentados y analizados no son los únicos encontrados, sino que se presentan más procesos en los diferentes diagnósticos que conforman el capítulo 3. Se tiene en el diagnóstico del Sistema de Climatización el proceso de capacitación del personal sobre el funcionamiento y uso de este sistema, también se presentan procesos de capacitación sobre funcionamiento y uso del Sistema de Iluminación y Ofimática. En el capítulo 4 se presentan acciones de eficiencia energética sobre Procesos Administrativos de forma conjunta a corto, mediano y largo plazo.

3.2.4. DIAGNÓSTICO DE CULTURA ENERGÉTICA EN LA UES-FMOcc

El propósito de este diagnóstico es medir el consumo eléctrico ocasionado por la manera en que la comunidad universitaria realiza sus actividades, luego verificar si el consumo es demasiado alto debido a desperdicio de energía por una manera inapropiada de hacer las actividades, si lo anterior resulta correcto deben encontrarse las causas del desperdicio de energía, y por último plantearse acciones que corrijan las causas que producen desperdicio.

Se describe en esta parte el modo actuar de los miembros de la comunidad universitaria en cuanto al uso de la energía eléctrica, analizando si este modo favorece o desfavorece el uso eficiente de la energía. El diagnóstico de la Cultura Energética se basa en estudiar prácticas y hábitos, verificando si éstos contribuyen a desperdiciar energía o no. El diagnóstico se organiza en tres etapas para mejor comprensión:

- Descripción de la Cultura Energética
- Presentación de datos sobre Cultura Energética
- Análisis de datos sobre Cultura Energética

Sin nada más que agregar se comienza con la descripción de la Cultura Energética.

3.2.4.1. Descripción de Cultura Energética

La descripción se desarrolla siguiendo las etapas del proceso administrativo para lograr implantar la Cultura energética en la FMOcc. Se describen en seguida.

Planificación para modelar una Cultura Energética

La planificación para modelar la cultura de la facultad al uso óptimo de la energía, debe formar parte de un plan de eficiencia energética institucional. Actualmente no se cuenta con dicho plan, siendo este trabajo el primer esfuerzo de diagnóstico y planificación para definir el comportamiento de los miembros de la universidad hacia el uso correcto de la energía.

Se investigó la existencia de mecanismos formales en la UES-FMOcc que definan el modo actuar de sus miembros para utilizar la electricidad de forma óptima, como planes de

ahorro de energía eléctrica, normas y políticas de eficiencia energética, campañas de concientización sobre ahorro de energía, entre otros; pero actualmente no se encontró casi nada, a excepción de una. La excepción se encontró en funciones atribuidas al cuerpo de vigilancia y seguridad, estos tienen la atribución de apagar la iluminación de aulas, pasillos y algunos edificios al finalizar las clases del horario nocturno cerca de las 9:00 de la noche; también de reportar las luminarias que docentes y empleados administrativos dejan encendidas en los cubículos y oficinas de edificios a los que vigilancia no tienen acceso, sin embargo termina ahí, en llamadas de atención en reportes escritos.

Se investigó también mecanismos informales (no establecidos con acuerdos institucionales) de iniciativas individualizadas para cuidar y ahorrar energía eléctrica, únicamente se encontraron dos iniciativas:

Una primera iniciativa en el departamento de Matemática para utilizar de mejor manera el sistema de iluminación y el sistema de climatización, consiste en lo siguiente. El sistema de iluminación se encuentra individualizado, es decir, cada docente sabe que lámpara ilumina su oficina o cubículo y donde está el interruptor que la acciona; esto permite individualizar responsabilidades. En cuanto al sistema de climatización, es en Matemática el único departamento que cuenta con aire acondicionado en su totalidad, en éste se cuenta con cierto grado de conciencia de ahorro de energía, pues trata de mantenerse la puerta de acceso al departamento cerrada. A continuación se muestra fotos de esta iniciativa en matemática



Figura 3.95. Rotulación de los apagadores de luminarias en el departamento de Matemática.

En la figura se aprecia claramente como cerca de cada apagador, ya sea en la parte superior o inferior se encuentra rotulado el nombre del docente (en caso de cubículo u oficina) o el nombre del lugar (en caso de un centro de cómputo, jefatura u otro) donde acciona la iluminación.

Fuente: Propia.

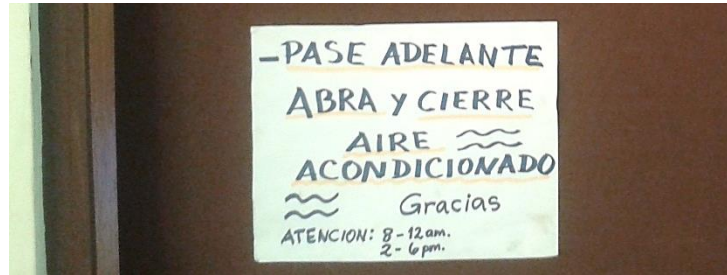


Figura 3.96. Rotulo de cierre de puerta por aire acondicionado en el departamento de Matemática.
Fuente: Propia.

La segunda iniciativa es en el departamento de Idiomas en cuanto al uso de la iluminación como parte de una campaña de concientización, no se entra en más detalles, ya que no se investigó a profundidad esta iniciativa. Se muestra en la siguiente imagen la rotulación de la campaña.



Figura 3.97. Rotulación de campaña de concientización sobre ahorro de energía en depto. Idiomas.
Fuente: Propia

Las iniciativas anteriores son las únicas que se encontraron, las cuales tuvieron que pasar por una etapa de planificación que busca modelar el comportamiento de los miembros de estos departamentos y orientarlo al ahorro de la energía eléctrica.

Organización para modelar una Cultura Energética

Se describió ya, que no existen planes ni mecanismos institucionales en la UES-FMOcc para modelar la cultura de sus miembros y orientarla hacia la eficiencia energética, por tanto,

tampoco existe ningún tipo de organización formal que sirva de instrumento para lograr este objetivo, como: comisiones, comités de eficiencia energética, u otros.

En cuanto a la organización de las iniciativas en los departamentos de Matemática e Idiomas descritas anteriormente, la organización para ejecutarlas existió, pero por ser iniciativas individualizadas y no apoyadas institucionalmente, son débiles y algunas pasajeras en el tiempo, ya desaparecidas. Lo importante es que muestran que existe interés por ahorrar energía y muestran que existe conciencia para el buen uso que la electricidad en la institución que facilitaría el apoyo para una organización mayor.

Ejecución de planes para modelar una Cultura Energética

Se menciona nuevamente que nunca se ha desarrollado un plan de ahorro de energía, tampoco ha existido algún tipo de organización para formular planes que implementen la eficiencia energética, y por su puesto tampoco se ha puesto en marcha ningún plan para ahorrar electricidad en la UES-FMOcc. Aunque, se ejecutaron las iniciativas en los departamentos de Matemática e Idiomas, no se ha hecho mucho.

Control de planes para modelar una Cultura Energética

Lógicamente si no se ejecuta ningún plan de ahorro de electricidad, tampoco hay un control sobre los resultados de la ejecución del plan. Es importante mencionar, que el mejor indicador para el control de un plan de eficiencia energética es la disminución de la factura eléctrica de la institución donde se implementa, la implementación del plan tienen estimado el porcentaje que disminuirá la factura eléctrica. Esta es una etapa fundamental para verificar la efectividad de la planificación y el posible error estimado.

Ya se describió de manera general los esfuerzos que se realizan en la universidad para utilizar eficientemente el recurso eléctrico, detallando que es casi nulo; pero no se sabe en qué estado se encuentra la cultura de sus miembros respecto al uso de este recurso. Se realizó una investigación para conocer y medir la Cultura Energética en la UES-FMOcc, donde se investigaron estudiantes y trabajadores, consultando sus modos de actuar en determinadas situaciones al utilizar los diferentes equipos que consumen electricidad, también si conocen los efectos negativos de despilfarrar la energía, entre otros. Los resultados se muestran:

3.2.4.2. Presentación de datos sobre Cultura Energética

La consulta se realizó por medio de una encuesta a través de dos formularios, uno para el sector estudiantil y otro para el sector laboral, éstos constan de preguntas cerradas de opción múltiple referentes al tema. Los resultados de la consulta fueron los siguientes.

3.2.4.2.1. Cultura Energética en el sector estudiantil

Se estudió una muestra de 97 estudiantes representativos de una población de 8044, los cuales se encuestaron por medio del formulario mostrado en el anexo 1 “Formulario para estudiantes. Encuesta sobre Cultura Energética” evaluando los siguientes criterios.

Sistema de iluminación

El primer criterio que se consultó fue los hábitos en cuanto al uso de la iluminación artificial en las instalaciones de la universidad, las preguntas y resultados se muestran:

Pregunta 1

Cuando usted sale de un salón de clase, en el cual se está utilizando la iluminación de lámparas y focos. ¿Qué es lo que hace al terminar la clase?

Resultados

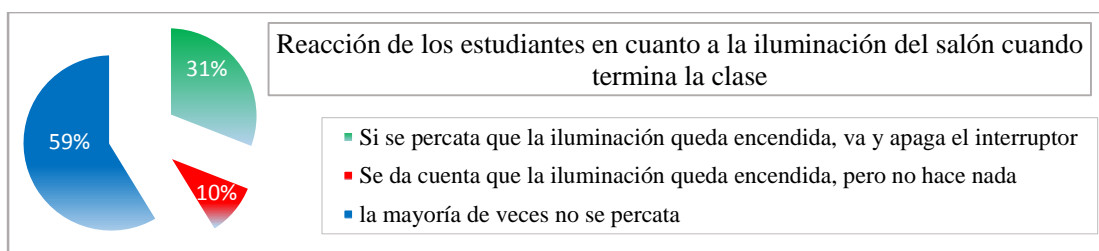


Gráfico 3.35. Reacción de estudiantes al ver la iluminación del salón encendida al terminar la clase.
Fuente: propia

El gráfico muestra que solo el 31% de los estudiantes de la Universidad tienen el hábito de apagar la iluminación del salón al percatarse que esta queda encendida cuando la clase termina, esto corresponde a solo a una tercera parte de los estudiantes de la facultad. Cerca del 60% que es la mayoría no se percata de esta situación, y si sumamos el 10% de estudiantes que se percatan que queda encendida pero no hacen nada, hay un 70% de

probabilidad que la iluminación de un salón quede encendida al terminar una clase y permanezca así hasta la siguiente clase que puede ser en unos minutos o unas horas.

Pregunta 2

Cuando una lámpara o foco se encuentra encendido y sin uso en un salón de clase vacío. ¿Cuál es su reacción?

Resultados

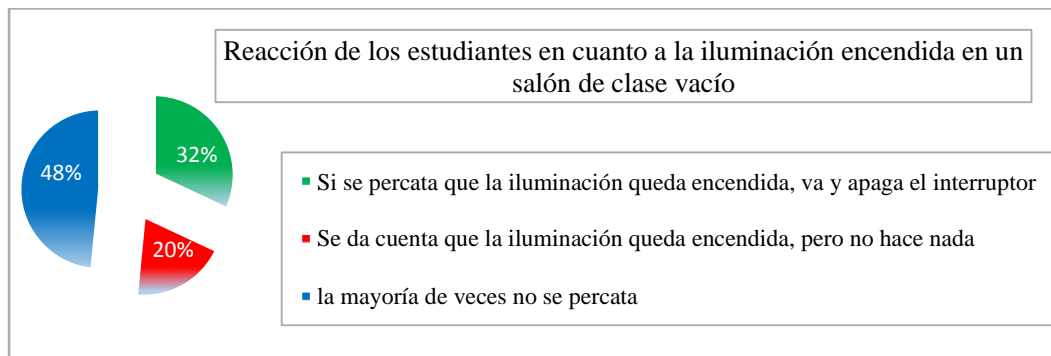


Gráfico 3.36. Reacción de estudiantes al ver la iluminación encendida en un salón de clase vacío.
Fuente: Propia.

En el gráfico se aprecia que la tendencia continúa y que solo el 32% de los encuestados apagan la iluminación cuando se percatan que está encendida en un salón vacío del campus universitario, asumiendo que la muestra es representativa de los estudiantes de la Facultad, significa que hay un 68% de probabilidad que al estar un salón vacío con las lámparas encendidas estas permanezcan así hasta que el salón se utilice, esto puede ocurrir en unos minutos o incluso en varias horas representando desperdicio de electricidad en iluminación.

Pregunta 3

Para recibir sus clases en la jornada diurna con iluminación confortable para la vista, ¿Cómo prefiere que el salón de clase sea iluminado?

Resultados

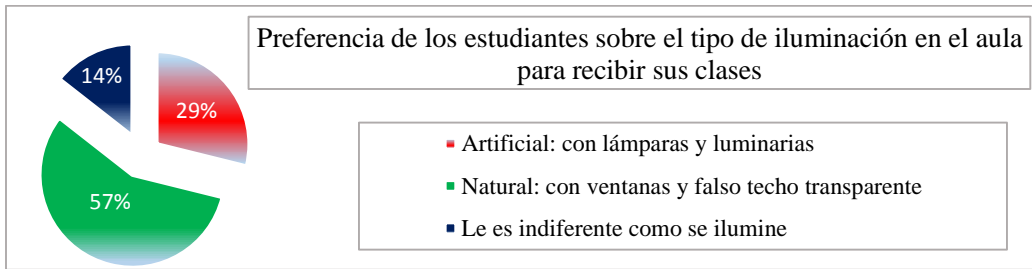


Gráfico 3.37. Preferencia de estudiantes sobre el tipo de iluminación para recibir sus clases.
Fuente: Propia.

Se aprecia en la gráfica que solo el 29% de los estudiantes prefieren que durante sus clases el salón sea iluminado artificialmente durante el día, con lámparas y luminarias. El 57% prefiere para recibir sus clases con luz natural; el restante 14% le es indiferente el tipo de iluminación que se tenga en el aula. Esto permite concluir que si se hacen cambios estructurales en los inmuebles de la Facultad con el objetivo de iluminar de forma natural las aulas que actualmente para su uso diurno necesiten hacer uso del sistema de lámparas instalado, la aceptación de los estudiantes sería del 71%.

Sistema de dispositivos móviles

El segundo criterio que se evaluó en el formulario de los estudiantes es el consumo de energía representado por la utilización de dispositivos móviles, como: laptops, celulares, tabletas y cámaras digitales; los resultado fueron los siguientes:

Pregunta 4

¿Conecta dispositivos portátiles en los tomas de electricidad de la Universidad, como laptops, celulares, tablets u otro?

Resultados

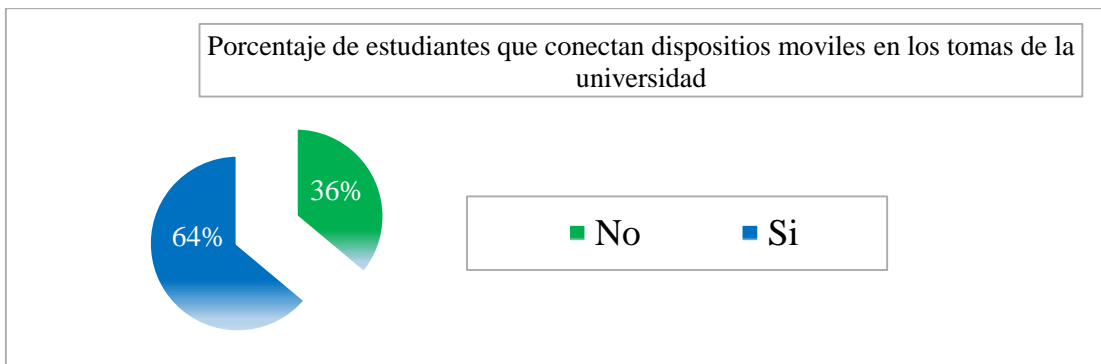


Gráfico 3.38. Uso de dispositivos móviles en la universidad por estudiantes.
Fuente: Propia.

Los resultados en la gráfica muestran que el 64% de los estudiantes conectan algún tipo de dispositivo móvil, ya sea: laptop, celular, tablet u otro. Esto representa un consumo significativo de energía eléctrica en la Facultad sobre el cual se pueden formular e implementar medidas de ahorro energético, disminuyendo el consumo en este sector, pero sin restringir de ningún modo el uso de la electricidad por parte de los estudiantes.

Para conocer mejor el consumo de electricidad por dispositivos móviles, se evaluaron los tipos de dispositivos que los estudiantes conectan en la toma-corriente de la Universidad, así como la frecuencia de uso por semana. Los resultados son los siguientes.

Pregunta 5

¿Qué tipo de dispositivo portátil conecta en los tomas de electricidad de la Universidad?

Pregunta 6

¿Cuántas horas a la semana conecta los dispositivos móviles en los tomas de electricidad de la Universidad? (Responda para cada dispositivo que marcó en la pregunta anterior)

Resultados

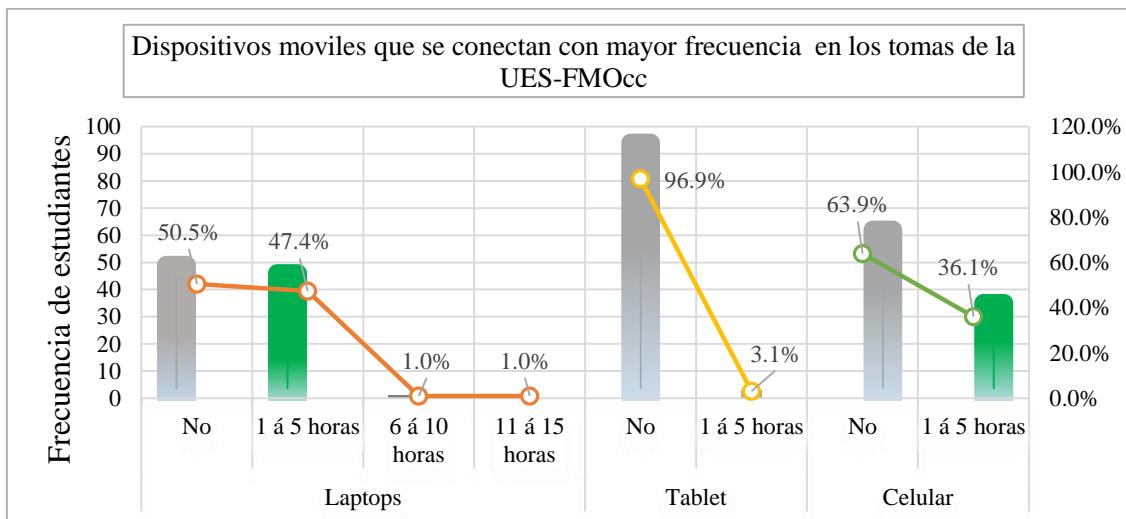


Gráfico 3.39. Dispositivos móviles que se conectan con mayor frecuencia en los tomas de la UES-FMOcc. Fuente: propia

El gráfico refleja la combinación de resultados de las preguntas 5 y 6. El título inferior presenta los dispositivos móviles que los estudiantes conectan en los tomas de corriente de la Facultad (Pregunta 5), las barras reflejan la frecuencia y porcentaje de estudiantes que conectan cada dispositivo móvil por semana mostrado justamente debajo de las barras

(Pregunta 6). Como ejemplo podemos decir que el 47.4% de los estudiantes conectan laptops de 1 a 5 horas por semana en la Facultad.

Los datos muestran que los dispositivos móviles que se conectan en los tomas con mayor frecuencia son laptops, celulares y tablets. El 49.5% de los estudiantes traen y conectan su laptop en los tomas de la Facultad, de este porcentaje el 47.4% lo hace de 1 a 5 horas por semana, el 1% de 6 a 10 horas por semana y otro 1% de 11 a 15 horas por semana. El 36.1% de los estudiantes conecta su celular con un promedio de 1 a 5 horas por semana; y solamente el 3,1% de hacen lo mismo con su tablet conectándola de 1 a 5 horas por semana.

La grafica también muestra que en todos los dispositivos móviles el 50% de estudiantes o un porcentaje mayor no conectan ningún dispositivo. En el caso de laptop hay 50.5% de estudiantes que no la conecta en los tomas, para celulares un 63.9% y tablet un 96.9%, lo cual haría pensar que el consumo eléctrico por los dispositivos móviles es despreciable, sin embargo, no hay que olvidar que los porcentajes mostrados son la representación de una población de 8,044 estudiantes, donde un bajo porcentaje de estos que conecten sus dispositivos representa un consumo significativo.

Motivación para ahorrar energía eléctrica

Otro criterio importante que se evaluó en los estudiantes es el motivo por el cual ahorrarían electricidad, los resultados se presentan en seguida:

Pregunta 7

Honestamente, ¿porque trataría de ahorrar energía eléctrica?

Resultados

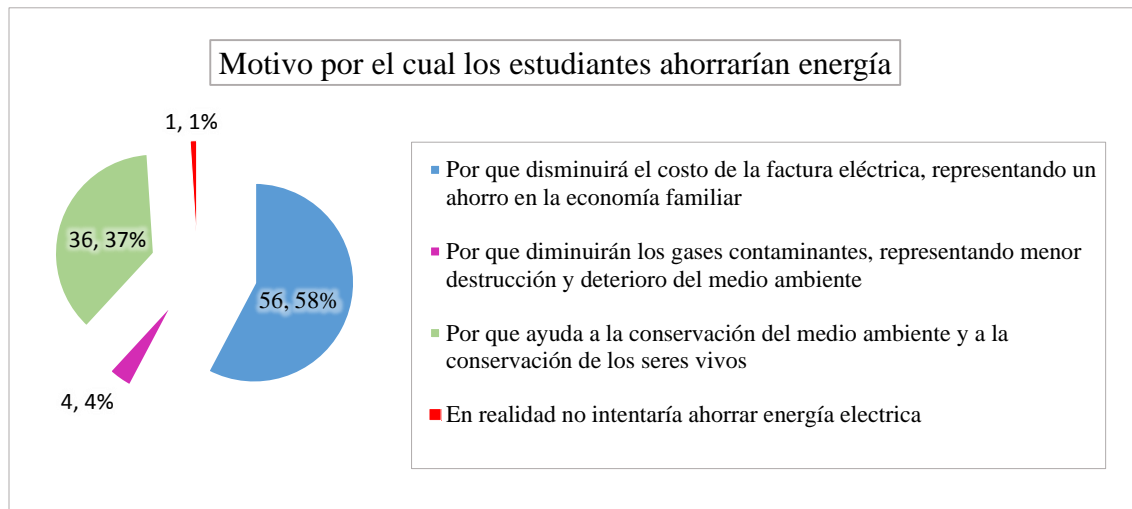


Gráfico 3.40. Motivo por el cual los estudiantes ahorrarían energía.
Fuente: Propia.

Respecto al motivo por el cual ahorraría energía, la gráfica manifiesta que 56.58% de estudiantes lo haría por que representa una disminución en el costo de la factura eléctrica que se paga mensualmente, representando esto un ahorro en la economía familiar. Otro motivo significativo por el cual ahorrarían electricidad es el de protección al medio ambiente y los seres vivos del planeta, representado por el 36.37% y también el 4,4% motiva el ahorro eléctrico en los estudiantes por que disminuyen los gases contaminantes causantes del efecto invernadero y el calentamiento global, por tanto, ahorrar energía por este motivo también es proteger al medio ambiente.

En general los resultados son favorables, ya que, el 98.9% de los estudiantes ahorraría electricidad, ya sea, por un motivo económico o por uno medio ambiental; y solo el 1,1% no ahorraría energía por ningún motivo. Esto da pauta a pensar que si desarrollaran medidas de ahorro enfocadas al uso eficiente y racional de la electricidad mediante campañas de concientización, utilizando como temas principales el ahorro económico y la protección del medio ambiente, hay excelente probabilidad de lograr penetrar en la conciencia de los estudiantes y lograr moldear su cultura, orientándola al ahorro de energía eléctrica.

Hábitos y prácticas de ahorro de energía eléctrica

El penúltimo criterio evaluado son hábitos de ahorro de energía en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, con el propósito de obtener el grado de

conocimiento y práctica de estudiantes en cuanto a estos hábitos. Los resultados se muestran en seguida:

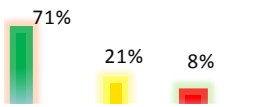
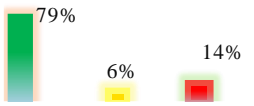
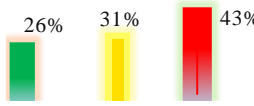
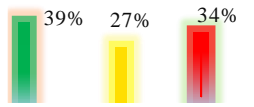
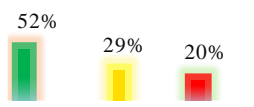
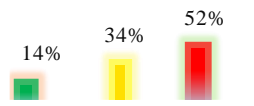
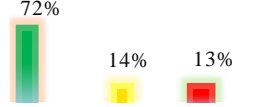
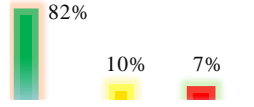
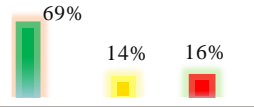
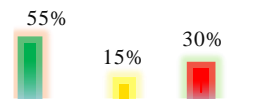
Pregunta 8

En la siguiente lista de hábitos y medidas para ahorrar energía eléctrica, marque con una X los que usted pone en práctica. Y encierre en un círculo las medidas de las que tiene conocimiento pero no pone en práctica.

Resultados

En la tabla siguiente se presenta un resumen de resultados de las medidas de ahorro de electricidad evaluadas al sector estudiantil con la pregunta anterior. La tabla detalla la medida de ahorro en la columna izquierda de tabla, en la segunda columna se muestra las medidas estadísticas analizadas (frecuencia absoluta (f) y porcentual (%)), las siguientes tres columnas detallan los resultados de respuesta que van desde conocer la medida de ahorro y practicarla, hasta no conocerla. También se muestra un gráfico de barras que muestra la frecuencia porcentual de estudiantes en cada categoría de respuesta, también se muestra la gráfica de frecuencia porcentual en la última columna de la tabla.

Tabla 3.153. Medidas de ahorro de energía practicadas por los estudiantes de la UES-FMOcc.

Medidas para ahorrar energía eléctrica	Opciones de respuesta			Gráfico de barra asociado (Porcentajes de estudiantes)
	Tiene conocimiento de la medida y la practica	Tiene conocimiento de la medida pero no la practica	No conoce la medida	
Desconectar televisores, equipos de sonido, computadoras y otros aparatos cuando no se utilizan	f 69 % 71%	20 21%	8 8%	
Cambiar lámparas y focos tradicionales (incandescentes) por focos ahorradores (fluorescentes)	f 77 % 79%	6 6%	14 14%	
Emplear salvapantallas de color negro en monitores, laptops, tablets y celulares	f 25 % 26%	30 31%	42 43%	
Comprar dispositivos que se coloquen en modo de ahorro (stand by) cuando llevan algún tiempo sin uso	f 38 % 39%	26 27%	33 34%	
Planchar la mayor cantidad de ropas en una sola oportunidad	f 50 % 52%	28 29%	19 20%	
Comprar electrodomésticos con etiquetado de calificación energético alto	f 14 % 14%	33 34%	50 52%	
Apagar la computadora o tablet cuando no se usará en intervalos mayores a 30 minutos	f 70 % 72%	14 14%	13 13%	
Evitar introducir alimentos calientes al refrigerador	f 80 % 82%	10 10%	7 7%	
Sacar del refrigerador todos los ingredientes que se necesitan antes de cocinar, evitando abrirlo demasiado	f 67 % 69%	14 14%	16 16%	
Reubicar el refrigerador en lugar fresco y seco alejado de la luz del sol y del calor de cocinas y estufas	f 53 % 55%	15 15%	29 30%	

Fuente: Propia.

En la tabla, los resultados se muestran para cada medida con la frecuencia absoluta de estudiantes denotada por la letra f y la frecuencia porcentual denotada por el símbolo %. Para

cada medida de ahorro se presentan los valores estadísticos en “f” y “%” de estudiantes, según conozcan y practiquen, conozcan y no practiquen o no conozcan las medidas de ahorro.

En la consulta si los estudiantes marcaron la opción que dice “*Tiene conocimiento de la medida y la practica*” representa una situación de Cultura Energética favorable, si marcaron la opción que dice “*Tiene conocimiento de la medida pero no la practica*” representa una situación de Cultura Energética desfavorable; y si marcaron la opción “*No conoce la medida*” puede interpretarse como una posición neutral entre una de Cultura Energética favorable y desfavorable.

Los resultados extremos varían desde una Cultura Energética favorable para algunas medidas de ahorro donde alrededor del 80% de los estudiantes las practican, como en el caso de la medida “*Evitar introducir alimentos calientes al refrigerador*” que es practicada por 82%, hasta una Cultura Energética desfavorable donde solo cerca del 15% las practican, como pueden verse en los datos de la medida “*Comprar electrodomésticos con etiquetado energético alto*” que es practicada solo por el 14% de estudiantes.

Las medidas individuales varían entre los valores extremos descritos, pero los resultados generales parecen tener un valor intermedio entre lo favorable y desfavorable, ya que la mitad de las medidas rondan entre el 69% y el 82% para la opción “*Conocer la medida de ahorro y ponerla en práctica*” representando una Cultura Energética favorable, donde la comunidad estudiantil parece ser consciente de la importancia de ahorrar electricidad. Las otras cinco medidas de las diez consultadas varían entre el 14% y el 55% para esta misma opción de “*conocer la medida de ahorro y ponerla en práctica*”, representando un valor desfavorable de cultura.

Pero, para brindar un resultado general debe buscarse una forma de evaluar todas las medidas en conjunto, brindando datos que reflejen los resultados generales de las medidas de ahorro consultadas a los estudiantes y así poder responder si la Cultura Energética existente en la UES-FMOcc es favorable o desfavorable al ahorro electricidad. Para ello se utiliza la técnica de diagrama de árbol que muestra en seguida.

Diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro energético consultadas a estudiantes de la UES-FMOcc

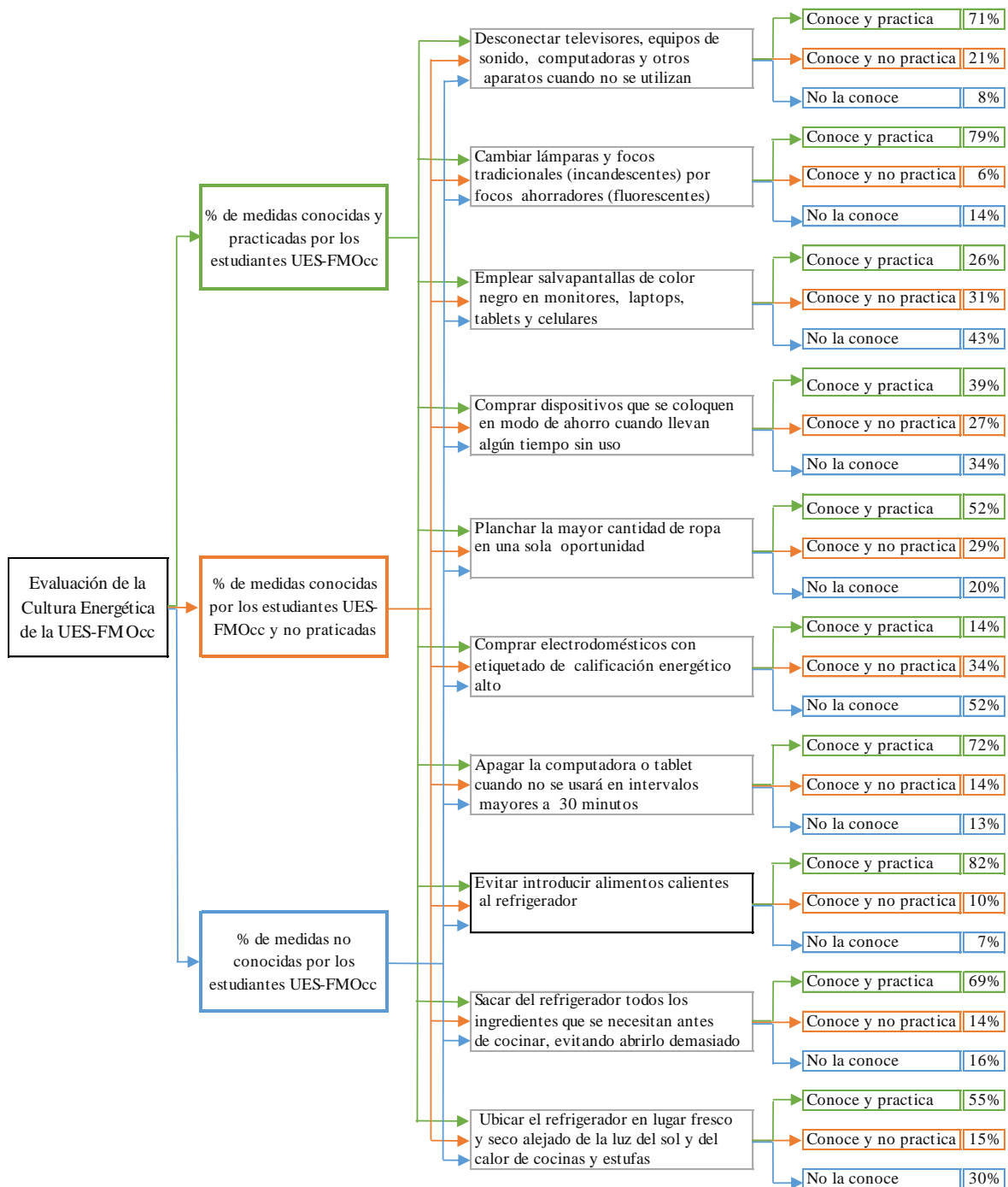


Figura 3.98. Diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro energético practicadas por estudiantes.
Fuente: Propia.

En el diagrama de árbol se muestran las 10 medidas de ahorro evaluadas en la encuesta y los porcentajes de las tres opciones de respuesta de cada medida en la parte derecha. La suma de los porcentajes de cada medida individual representa el 100% de encuestados, fraccionado en un porcentaje para la opción *conocer la medida y practicarla*, otro para *conocer la medida y no practicarla*; y el último para *no conocer la medida*.

Las mismas tres opciones de respuesta se presentan en la parte izquierda del diagrama pero ahora de forma general para las diez medidas, representando cada opción general los porcentajes totales de la evaluación de las diez medidas. Cada medida evaluada de forma individual contribuye a cada opción general en la misma proporción, entonces cada una aporta un 10% al resultado general. Esto se visualiza en el diagrama, donde cada opción general se vincula mediante flechas de un mismo color (verde, naranja o azul) con las diez medidas de ahorro evaluadas en forma individual.

Como ejemplo encontraremos el resultado general para la opción “% de medidas conocidas y practicadas por los estudiantes de la UES-FMOcc” representado por el color verde en el diagrama de árbol. Ya que cada medida contribuye con el 10% (una proporción de 1/10) del total, entonces, si el 72% contestó que conoce y practica la medida para “Desconectar televisores, equipos de sonido, computadoras y otros aparatos cuando no se utilizan”, la aportación de este porcentaje al resultado general es $72\% \cdot (1/10)$ del total. Generalizando para las diez medidas se obtiene:

$$\% \text{ de medidas conocidas y practicadas por los estudiantes de la UES-FMOcc} = 71\% \cdot (1/10) + 79\% \cdot (1/10) + 26\% \cdot (1/10) + 39\% \cdot (1/10) + 52\% \cdot (1/10) + 14\% \cdot (1/10) + 72\% \cdot (1/10) + 82\% \cdot (1/10) + 69\% \cdot (1/10) + 55\% \cdot (1/10) = 56\%$$

El resultado anterior dice que el 56% de las medidas de ahorro evaluadas son conocidas por los estudiantes de la UES-FMO y a la vez practicadas. Realizando la misma operación para todas las medidas se obtienen los resultados para las tres opciones generales, la solución del diagrama de árbol se muestra a continuación.

Solución del diagrama de árbol: Medidas de ahorro energético consultadas en la UES-FMO

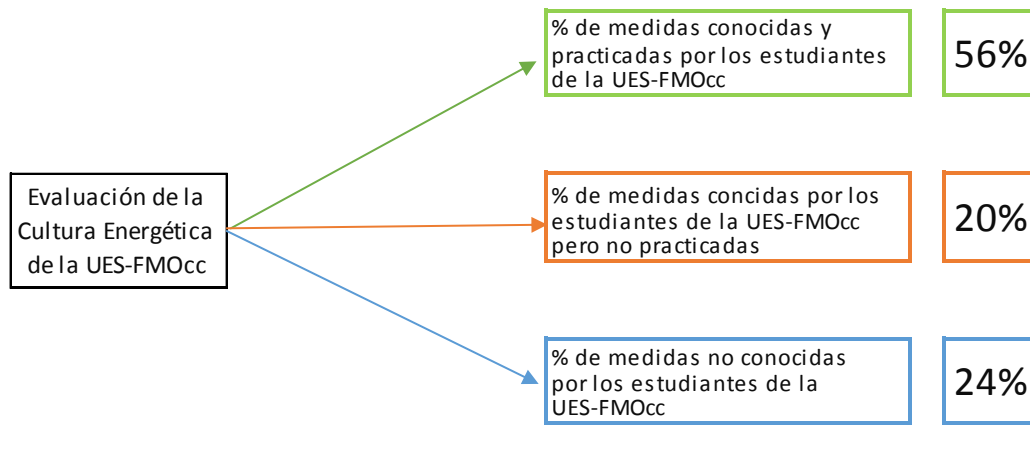


Figura 3.99. Solución del diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro practicadas por estudiantes.
Fuente: propia.

Los resultados generales revelan que la Cultura Energética es desfavorable. A pesar que el 56% de medidas de ahorro son practicadas por los estudiantes, hay un restante 44% que no son practicadas, ya sea, porque los estos no quieren practicarlas a pesar de conocerlas (20%) o porque no tienen conocimiento de éstas (24%).

Entonces hay una relación cercana de 1:1, donde un estudiante practica la medida y otro no. Sin embargo, la situación puede mejorar, ya que hay un 24% de estudiantes que no practican las medidas de ahorro porque no tienen conocimiento de éstas, en especial aquellas que tienen que ver con situaciones no muy cotidianas y habituales en su vida, ni muy publicitadas por los medios de comunicación u empresas generadoras o distribuidoras de electricidad. Como ejemplo, *comprar de electrodomésticos con etiquetado de calificación energético alto o dispositivos que se coloquen en modo de ahorro (Stand By) cuando lleven algún tiempo sin uso*, que según los resultados, son de las que más contribuye a la situación de cultura desfavorable. Lo cual hace pensar que si se dan a conocer a los estudiantes estas medidas la Cultura energética mejoraría.

Los datos del diagrama también revelan que las medidas que son más cotidianas y habituales para los estudiantes, y publicitadas por instituciones distribuidoras de electricidad y medios de comunicación, como *cambiar los focos tradicionales (incandescentes) por ahorradores (fluorescentes o LED); evitar introducir alimentos calientes al refrigerador; desconectar televisores, equipos de sonido u otros electrodomésticos cuando no se utilizan;*

son también las medidas más conocidas y practicadas por los estudiantes. Esto demuestra que las medidas que son conocidas, su práctica no incurre en un gasto u compra grande y tenga relación con las actividades habituales, probablemente serían practicadas por cuatro de cada cinco estudiantes, ya que solo un 20% no las practicaría aunque las conozca.

En el 20% de medidas que no son practicadas a pesar de ser conocidas. No se conocen las causas específicas porque este segmento estudiantil no contribuye ahorrando energía practicado las medidas de ahorro, con los beneficios económicos y medioambientales que se obtienen; pero, se considera que una de las razones puede ser precisamente la falta de conocimiento de los beneficios. Entonces las intervenciones para cambiar esto deben enfocarse a concientizar sobre los beneficios económicos y medioambientales.

Impactos negativos producidos por consumir energía eléctrica

El último criterio evaluado son los impactos negativos que se producen al consumir electricidad, especialmente cuando proviene de fuentes no renovables. Los resultados son:

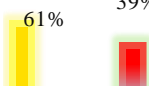
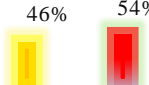
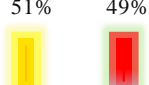
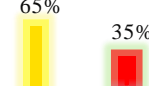
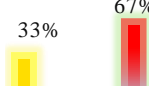
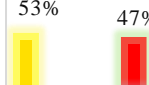
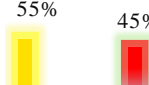
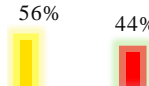
Pregunta 9

En la siguiente lista de los impactos negativos que causa consumir energía eléctrica, marque con una X de los a leído o escuchado y tiene conocimiento.

Resultados

En la tabla siguiente se presenta un resumen de resultados sobre los impactos de consumir electricidad evaluados en la pregunta anterior. La tabla detalla el impacto medioambiental en la columna izquierda, la segunda columna muestra las medidas estadísticas analizadas (frecuencia absoluta (f) y porcentual (%)), las siguientes dos columnas detallan los resultados para las opciones de respuesta que son: *conocer o no conocer el impacto medio-ambiental*. También se precisa un gráfico de barras con la frecuencia porcentual de cada opción respuesta mostrada en la última columna de la tabla.

Tabla 3.154. Impactos medio-ambientales por causa del consumo de energía eléctrica.

Impactos negativos causados por consumir energía eléctrica	Opciones de respuesta		Gráfico de barra asociado (Porcentajes de estudiantes)	
	Ha leído y tiene conocimiento del impacto negativo	No tiene conocimiento del impacto negativo		
Contribuye en una cuarta parte al efecto invernadero de la tierra que provoca el calentamiento global	f 59 % 61%	38 39%		
Contribuye a la contaminación de océano y la atmósfera con gases como el dióxido de carbono	f 45 % 46%	52 54%		
Agota los recursos energéticos fósiles de la tierra como el carbón, gas natural y el petróleo	f 49 % 51%	48 49%		
Aumenta la delgadez de la capa de ozono de la tierra dejándonos expuestos a rayos ultravioleta	f 63 % 65%	34 35%		
Contaminación con residuos radiactivos provenientes de la generación de electricidad con petróleo	f 32 % 33%	65 67%		
Contaminación del aire, el suelo y el agua con metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio	f 51 % 53%	46 47%		
Generación de lluvia ácida, provocada por la emisión a la atmósfera de óxido de azufre y nitrógeno	f 53 % 55%	44 45%		
Disminuye la biodiversidad de la tierra acabando con los ecosistemas y las especies	f 54 % 56%	43 44%		

Fuente: Propia.

En la tabla los resultados se muestran para cada impacto ambiental con la frecuencia absoluta de estudiantes denotada por la letra f, y la frecuencia porcentual denotada por el símbolo %. Para cada impacto ambiental se presentan los valores estadísticos en “f” y “%” de estudiantes, según conozcan o no conozcan dichos impactos.

En la consulta sí los estudiantes marcaron la opción que dice “*Ha leído y tiene conocimiento del impacto negativo*” representa una situación de Cultura Energética

favorable, si marcaron la opción que dice “*No tiene conocimiento del impacto negativo*” representa una situación de Cultura Energética desfavorable.

Los resultados no son favorables evaluando los impactos en forma individual, ya que solo dos de los ocho impactos son conocidos. El 61% de estudiantes sabe que: *consumir electricidad causa efecto invernadero y calentamiento global*, y el 65 % sabe que: *consumir electricidad aumenta la delgadez de la capa de ozono dejándonos expuestos a rayos ultravioleta*; los otros seis de ocho impactos son conocidos por un 55% o menos estudiantes. Lo anterior marca la tendencia negativa de la cultura energética en cuanto a conocimientos de los impactos medioambientales de consumir electricidad.

Utilizado la técnica de diagrama de árbol para generalizar los resultados de la tabla anterior como se hizo con las medidas de ahorro de energía, se obtienen los porcentajes de impactos ambientales que son conocidos y los que no son conocidos por los estudiantes de manera general. El desarrollo del diagrama no se muestra por considerarse trivial, se muestra únicamente la solución final en la figura siguiente:

Solución del diagrama de árbol: Impactos medioambientales consultados en la UES-FMO

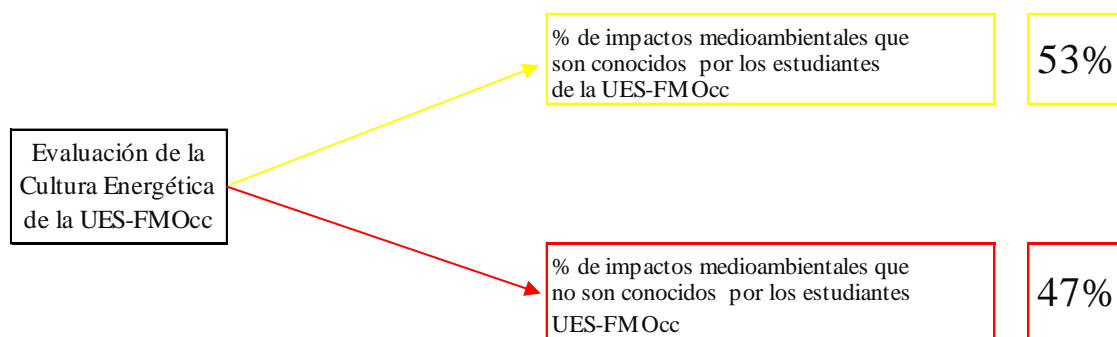


Figura 3.100. Solución de diagrama de árbol sobre impactos ambientales por consumir electricidad. Fuente: Propia.

Como aprecia solo el 53% de impactos son conocidos por los estudiantes y el restante 47% no son conocidos, lo cual denota una Cultura Energética desfavorable.

3.2.4.2.2. Cultura Energética en sector laboral

Se estudió una muestra de 57 trabajadores representativos de una población de 278, los cuales se encuestaron por medio del formulario mostrado en el anexo 2 “Formulario para trabajadores. Encuesta sobre Cultura Energética” evaluando los siguientes criterios.

Sistema de iluminación

El primer criterio que se consultó son los hábitos en cuanto al uso de la iluminación artificial en las instalaciones de la universidad, las preguntas y resultados se muestran:

Pregunta 1

Cuando usted termina sus actividades en su área de trabajo u oficina en el cual se está utilizando la iluminación de lámparas y focos. ¿Qué es lo que hace al terminar la jornada y salir del lugar?

Resultados

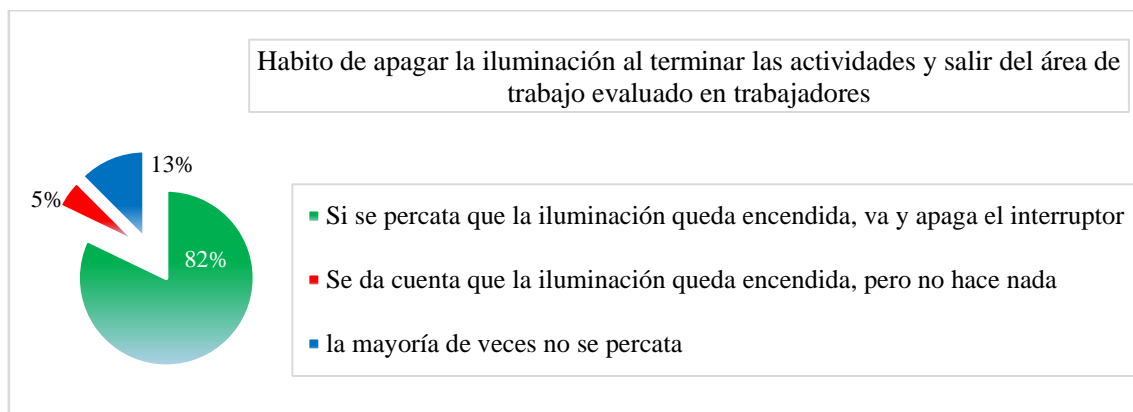


Gráfico 3.41. Hábito de apagar la iluminación al salir del área de trabajo.

Fuente: Propia.

En la gráfica se visualiza que el 82% de los trabajadores de la universidad tienen el hábito de apagar la iluminación al terminar sus actividades y salir del área de trabajo, cuatro de cada cinco trabajadores. Esto es favorable, ya que hay una probabilidad pequeña solo del 18% que las lámparas de una oficina u área de trabajo estén encendidas cuando no se utilizan, lo anterior debido a dos causas principales, la primera: que los trabajadores no tengan el hábito de apagar las lámparas aun cuando se den cuenta que no se utilizan (5%); y la segunda: que éstos simplemente sean distraídos y no se percaten del desperdicio de energía eléctrica en lámparas encendidas y sin uso (13%) de sus oficinas y cubículos.

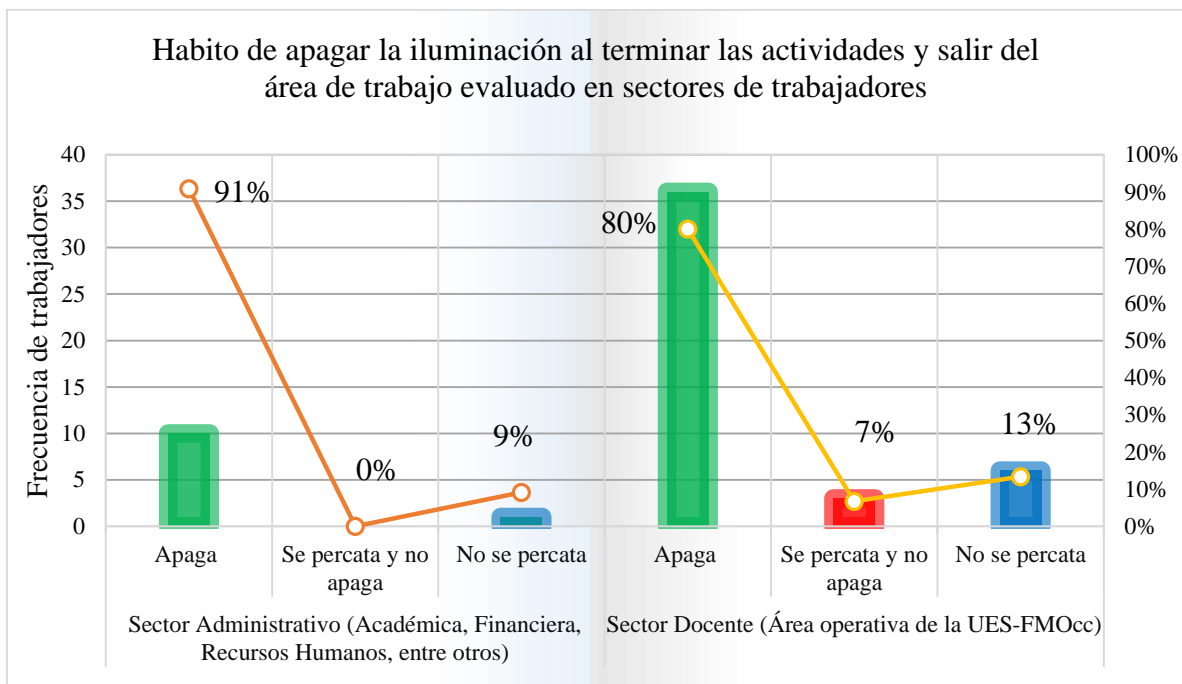


Gráfico 3.42⁷. Hábito de apagar la iluminación al salir del área de trabajo evaluada por tipo de empleado. Fuente: Propia.

La tendencia general se mantiene aún si se evalúan por separado el sector docente y el sector administrativo en la facultad. Como lo muestra la gráfica el 80 y 90% de docentes y trabajadores administrativos tienen el buen hábito de apagar la iluminación cuando terminan sus actividades y salen del área donde se encontraban trabajando, respectivamente. Pero se aprecia también que hay un 20% de docentes que no apagan la iluminación, ya sea, porque no tienen el hábito de apagarla (7%) o por que no se dan cuenta (13%).

Entonces la situación puede mejorar, ya que hay un 13% de docentes que no apagan la iluminación del salón u oficina que dejan de utilizar, simplemente porque no se percatan del desperdicio energía. Esto puede deberse a múltiples causas como: no formar parte de sus responsabilidades, de sus intereses, de sus funciones, entre muchos otros; entonces las medidas de ahorro deben orientarse a generar el hábito en este 13%, mantener el hábito en el 82% que si lo tienen y en concientizar al 5% que no apaga la iluminación aunque se percaten que se desperdicia.

⁷ Nota: Los dos gráficos resumen resultados de la pregunta 1. En el gráfico de barras se muestra la reacción de los trabajadores por sector, detallando con las barras la frecuencia y con líneas el porcentaje de empleados.

Pregunta 2

Cuando una lámpara o foco se encuentra encendido y sin uso en un salón de clase vacío, un pasillo o una oficina. ¿Cuál es su reacción?

Resultados

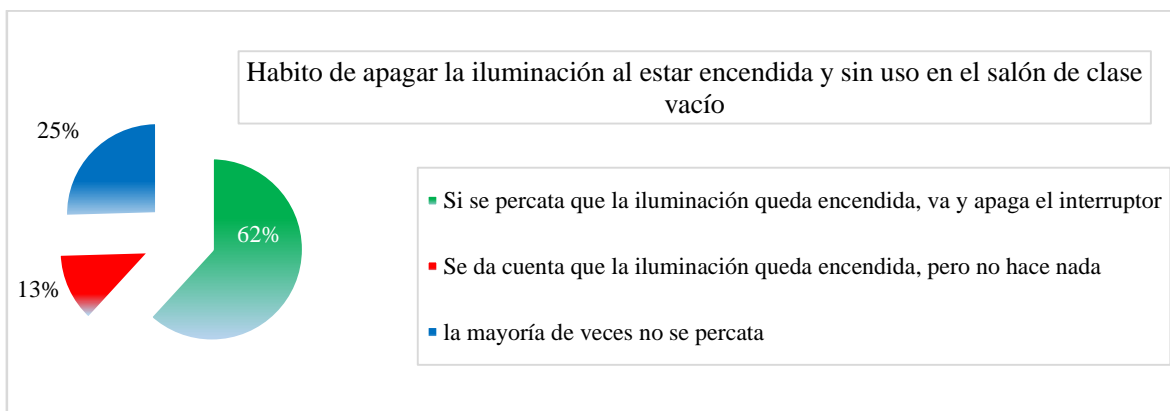


Gráfico 3.43. Hábito de apagar la iluminación en un salo vacío en empleados.
Fuente: Propia.

En esta ocasión al tratarse de un salón vacío en el que la iluminación artificial está encendida y sin uso, el 62% de empleados apagarían la iluminación si se percatan de la situación, el 13% no la apagaría aunque se dieran cuenta y el 25% no la apaga porque no se da cuenta. Entonces hay un 38% de probabilidad que el salón de clase siga vacío y desperdiciando energía por iluminación artificial sin uso hasta que sea ocupado, esto puede tardar unos minutos o varias horas.

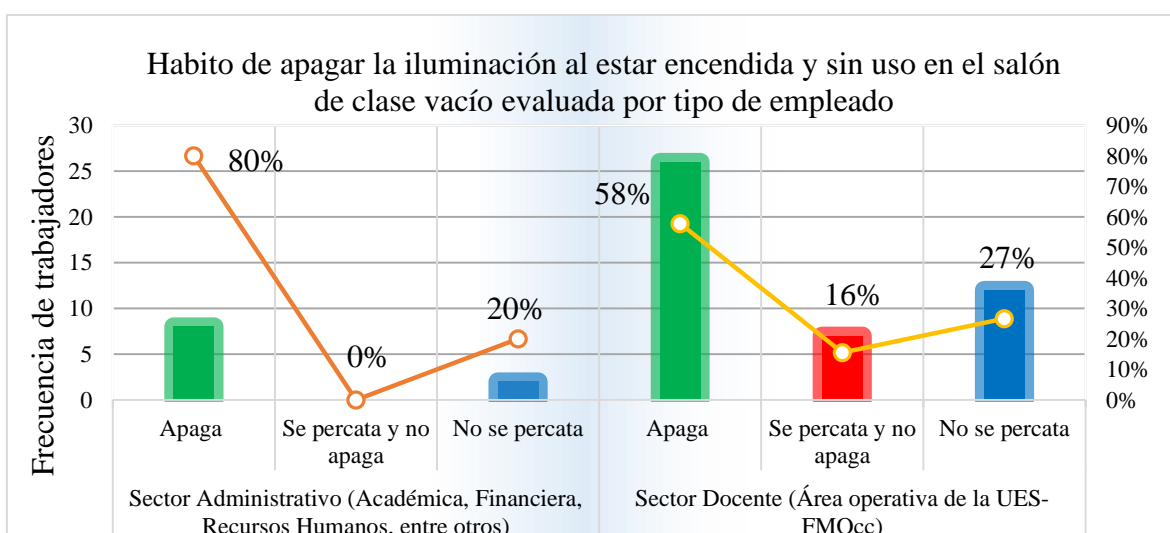


Gráfico 3.44. Hábito de apagar la iluminación en un salon vacío evaluada por tipo de empleado.
Fuente: Propia.

Al apreciar los datos en la gráfica la situación se vuelve interesante, ya que, al diferenciar entre tipo de empleado se observa que la situación general mejora para el sector administrativo representado por trabajadores de administración académica, financiera, recursos humanos y otras unidades; donde, ahora un 80% responde favorable apagando la iluminación cuando está encendida y sin uso en un salón de clase vacío; y el 20% no apaga la iluminación por que no se da cuenta. Pero en el sector operativo representado por los docentes de la UES-FMOcc la situación general empeora solo un poco, ahora solo el 58% apagaría la iluminación, el restante 42% no lo haría; ya sea porque, no quiere a pesar de darse cuenta 16%, o simplemente no se da cuenta de la iluminación encendida y sin uso 27%.

Hay un agravante más, y es que son los empleados del sector administrativo los que en su mayoría tienen el hábito de apagar la iluminación de aulas vacías (cuatro de cada cinco), pero éstos, la mayor parte del tiempo se encuentran en el edificio de su unidad de trabajo (Académica, Financiera, RRHH, u otra); entonces hay una probabilidad baja que pasen por las aulas, se percaten de la iluminación encendida y la apaguen, comparado con una probabilidad alta en los empleados del sector docente que su trabajo se desarrolla en dichas aulas y en el cual menos empleados tienen el hábito de apagar la iluminación (tres de cada cinco), por tanto prevalece el 42% de probabilidad de desperdiciar energía por iluminación en aulas vacías.

Pregunta 3

Para recibir sus clases o desarrollar sus labores en la jornada diurna con iluminación confortable para la vista, ¿Cómo prefiere que el salón de clase sea iluminado?

Resultados

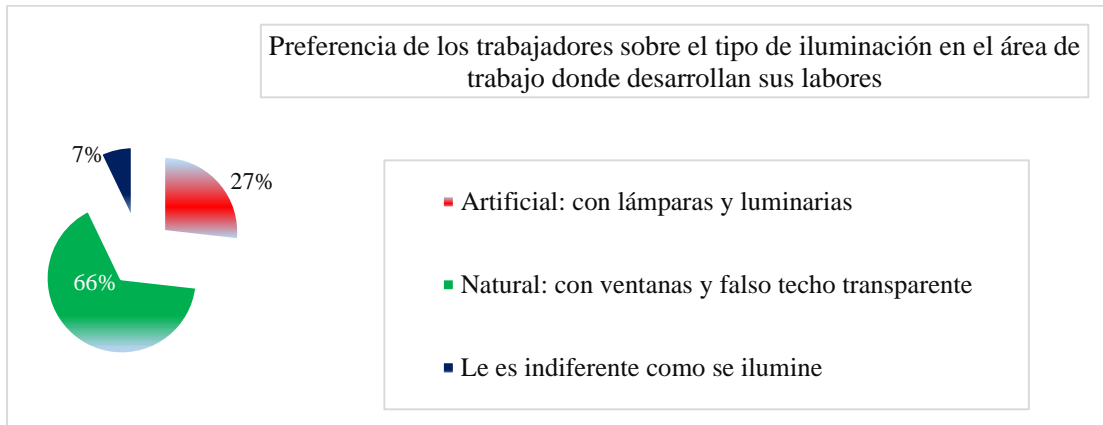


Gráfico 3.45. Preferencia de trabajadores sobre el tipo de iluminación en aulas y oficinas.
Fuente: Propia.

El gráfico muestra que solo el 27% de los trabajadores prefieren que el salón o unidad sea iluminado artificialmente durante el día, con lámparas y luminarias. El 66% prefiere para realizar sus actividades luz natural; el restante 7% le es indiferente el tipo de iluminación que se tenga su área de trabajo. Esto permite concluir que si se hacen cambios estructurales en los inmuebles de la facultad con el objetivo de iluminar de forma natural aulas y oficinas que actualmente para su uso diurno necesitan hacer uso del sistema de lámparas instalado, la aceptación de los trabajadores sería del 66%, más el 27% que le es indiferente el tipo de iluminación utilizada, teniendo un 93% de aceptación total.

Pregunta 4

¿Cuándo se encuentra en su área de trabajo en la jornada diurna, la iluminación artificial (Lámparas) tiene que estar encendida para satisfacer los niveles confortables de luz?

Resultados

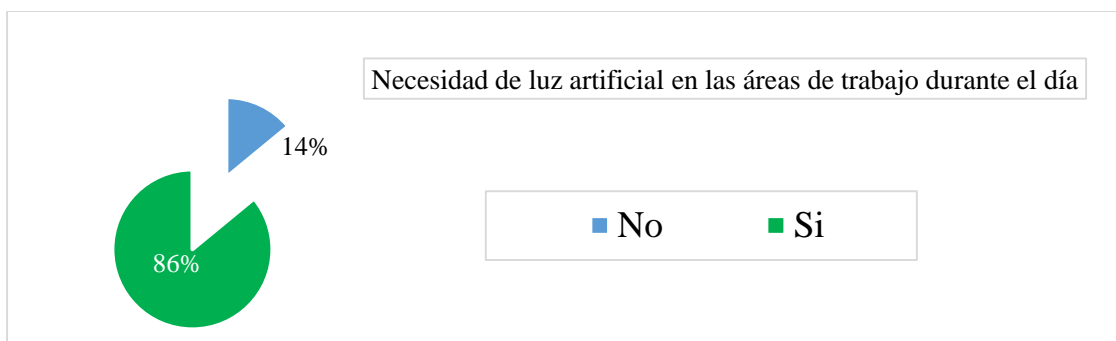


Gráfico 3.46. Necesidad de luz artificial en las áreas de trabajo durante el día.
Fuente: Propia.

Los datos detallan que el 86% de empleados de la UES-FMOcc necesitan usar la iluminación artificial instalada en edificios para realizar sus actividades laborales durante el día con niveles confortables de luz, ya que la iluminación natural de estos inmuebles no es suficiente, y solo el 14% dice que no necesitan utilizar dicha iluminación artificial.

Lo anterior es dicho por los trabajadores sobre la base de ningún estudio de luz, pero, con el simple hecho de utilizar la iluminación artificial durante el día brinda sospechas de una iluminación natural deficiente. Para conocer mejor el problema se consultó el horario que los empleados utilizan dicha luz artificial en los edificios, los resultados se muestran.

Pregunta 5

¿En qué horario mantiene las lámparas encendidas?

Resultados

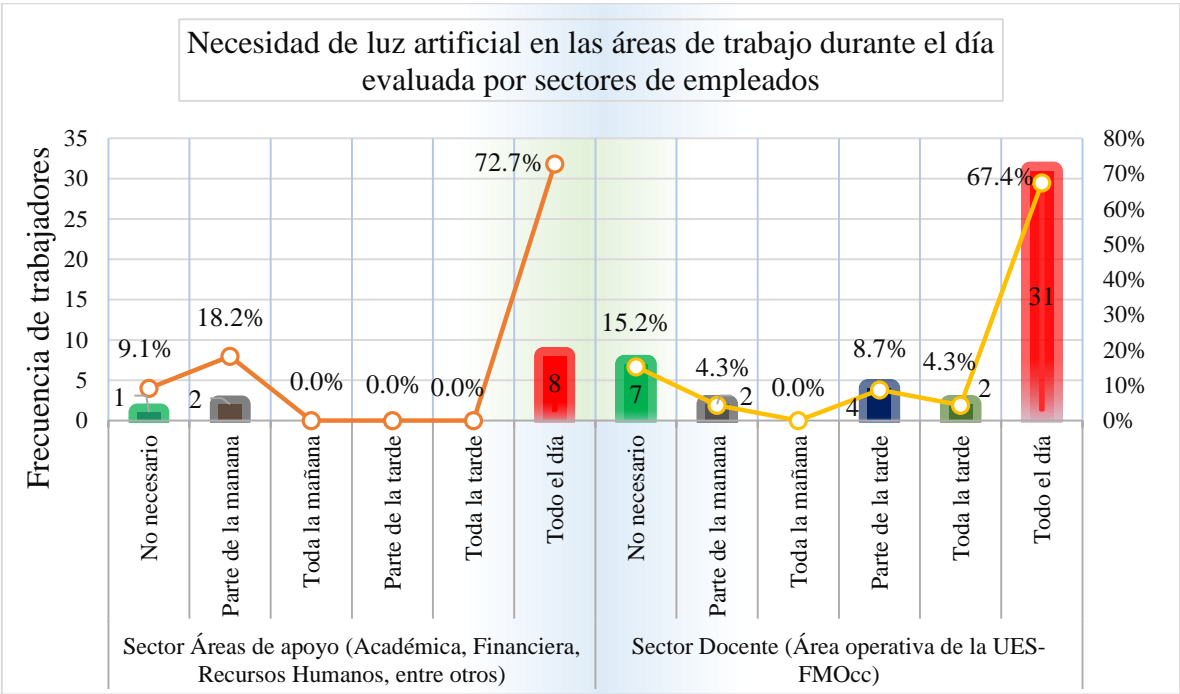


Gráfico 3.47. Horario de necesidad de uso de luz artificial en las áreas de trabajo durante el día. Fuente: Propia.

La gráfica muestra resultados aún más reveladores diferenciando entre tipo de empleado del Sector Administrativo a la izquierda y Sector Docente a la derecha, solamente el 9.1% (uno de cada diez) y el 15.2% (tres de cada veinte) de estos dicen que no necesitan utilizar la luz artificial en áreas de trabajo cuando realizan sus labores durante el día

respectivamente; ya sea, una oficina, un cubículo, un aula, u otro. Si tomamos la variable empleados directamente proporcional a la variable inmuebles de la universidad que son usados por estos, podemos decir que hay un 90% de edificaciones utilizadas por empleados administrativos y un 85% de edificaciones utilizadas por los docentes que tienen la necesidad de utilizar la iluminación artificial por lo menos una parte del día, lo cual puede ser un consumo de electricidad gigantesco en iluminación al evaluar las dimensiones que tiene la infraestructura en la UES-FMOcc.

Ahora iremos al otro extremo observando la gráfica. Con las barras de color rojo se muestran los resultados donde los empleados contestaron que necesitan utilizar la iluminación artificial durante todo el día de labores, representado por el 72.7% y 67.4% de empleados del sector administrativo y del sector docente respectivamente; entonces, podemos especular y decir que hay un 72.7% de edificaciones utilizadas por empleados administrativos y un 67.4% de edificaciones utilizadas por empleados docentes de la universidad que mantienen funcionando la iluminación artificial todo el tiempo que se encuentran en su área de trabajo, sea día o noche. Entonces hay un promedio del 70% de áreas de trabajo en la universidad que mantienen funcionando la iluminación artificial no importando si es de día cuando puede utilizarse luz natural proveniente del sol o de noche donde prácticamente no hay luz directa del sol. Esto dicho sobre la exclusión de la iluminación de pasillos externos de edificios y áreas verdes cuyo funcionamiento es estrictamente nocturno.

No se le dará más vueltas al problema y solo se pondrá en contexto lo siguiente. La UES-FMOcc presta su servicio de enseñanza-aprendizaje desde las 6:45 am hasta 8:45 pm, entre este intervalo de tiempo el sol irradia con su luz más o menos hasta las 5:00 pm dividiendo el horario en dos intervalos, tenemos un intervalo nocturno que dura 3.75 horas (5:00 pm a 8:45 pm) donde no hay luz natural y se tiene que iluminar el 100% campus con luz artificial; y otro intervalo diurno que dura 10.25 horas (6:45 am a 5:00pm) donde a pesar que hay luz natural gratis del sol radiante hay un promedio de 70% del campus que también se iluminación con luz artificial. Analizando el consumo de energía por iluminación artificial de ambos intervalos y aplicando una simple proporcionalidad puede demostrarse que la Facultad puede estar consumiendo $\frac{2}{3}$ partes del consumo total en iluminación durante el día

(63% del total en iluminación), algo ilógico y energéticamente ineficiente cuando puede usarse la iluminación natural.

Sistema de computadoras de escritorio para trabajadores

El segundo criterio evaluado a empleados de la universidad es el uso que dan a las computadoras de escritorio que les asignó la facultad, con el motivo de conocer cuál es el comportamiento del consumo de energía de este equipo de oficina en el sector administrativo y en el sector docente. Los resultados se muestran

Pregunta 6

¿Le ha asignado la facultad computadora de escritorio?

Pregunta 7

Si su respuesta anterior fue SI conteste ¿Cuántas horas la utiliza por semana?

Resultados

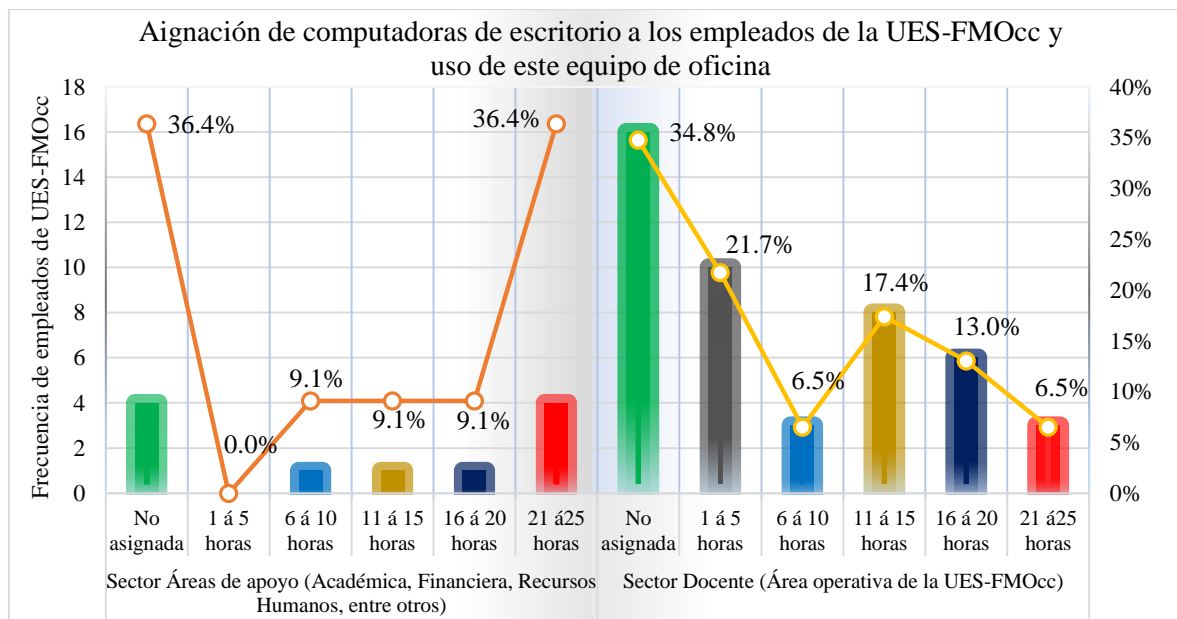


Gráfico 3.48. Uso de computadoras de escritorio por empleados de la UES-FMOcc.

Fuente: Propia.

En la gráfica se detalla la combinación de las preguntas 6 y 7. Los resultados para la interrogante 6 se resume en las barras verdes, estas dicen que el 36.4% de empleados administrativos y el 35.6% de empleados docentes no tiene asignada computadora de escritorio, el respectivo 63.6 y 64.4% de empleados restantes si tienen asignada computadora

por la facultad (representados por la demás barras), la cuales también detallan el tiempo de uso de este equipo cuestionado en la interrogante 7.

Entonces interpretando el gráfico para el consumo de energía en empleados que tienen asignada computadora de escritorio del sector administrativo y de apoyo se observa que el 36.4% de estos tienen un consumo de 20 a 25 horas con este equipo e incluso mayor, ya que, se manifestó por los empleados de administración académica, financiera, recursos humanos, entre otros, que ellos utilizan la computadora en horario de oficina correspondiente a 44 horas semanales. Se observan también tres barras que se adjudican cada una el 9.1% de este sector administrativo, cada cual representa tres porcentajes de empleados de 9.1% que tienen un consumo de energía de 16 a 20 horas, 11 a 15 horas y 6 a 10 horas, respectivamente.

En el sector docente en la parte izquierda de la gráfica solamente el 6.5% de estos tienen un consumo de 21 a 25 horas con su computadora de escritorio, pero hay otros intervalos de consumo que son representativos en este sector, el 13% consumen energía con pc de escritorio de 16 a 20 horas, el 17.4% lo hacen de 11 a 15 horas y así las demás barras.

Este consumo de ambos sectores es representativo, pero se presenta los resultados de la pregunta 8 para conocer más del comportamiento de este:

Pregunta 8

Cuando se encuentra en otras actividades fuera de su unidad de trabajo u oficina. En cuál de los siguientes estados se encuentra su computadora de escritorio.

Resultados

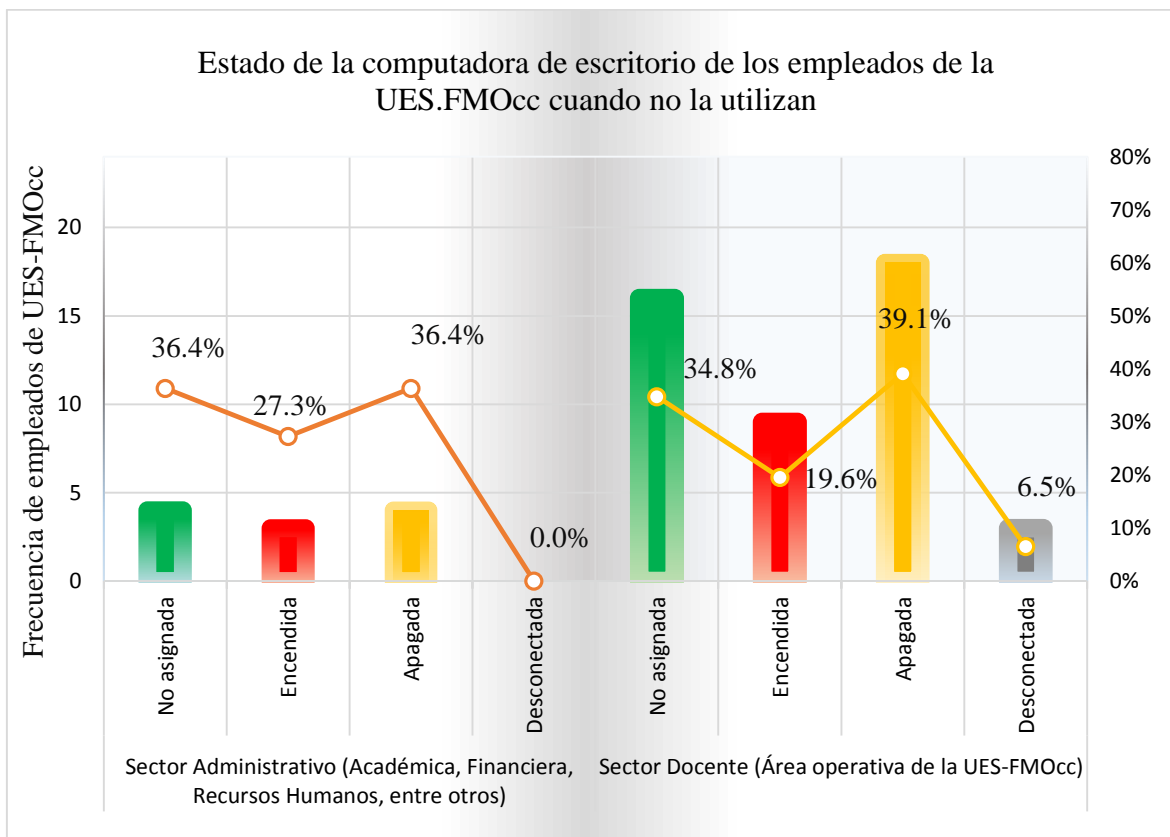


Gráfico 3.49. Estado de la computadora de empleados de la UES-FMOcc cuando no la utilizan.
Fuente: Propia.

El gráfico es revelador, el 27.3% de empleados en el sector administrativo y el 19.6% en el sector docente dejan encendida la computadora de escritorio cuando no la utilizan, esto representa un desperdicio en electricidad. En el sector administrativo, donde la computadora es indispensable y la utilizan en horario de oficina, el desperdicio sería el establecido por el descanso de empleados con motivos de almuerzo correspondiente a 2 horas (12:00m a 2:00pm), existirán otros intervalos de tiempo cuando éstos no utilizan la computadora, pero no son descansos establecidos, como el tiempo para ir al baño en el cual puede apagarse el monitor que consume un 20% del total del equipo para evitar este desperdicio. En el sector docente el 19.6% deja la computadora encendida cuando no la utilizan, pero, aunque el porcentaje sea menor que en área administrativa probablemente el desperdicio en electricidad sería mayor, ya que, el número de docentes triplica el número de trabajadores administrativos y de apoyo, además los docentes hacen otras actividades como preparar e impartir sus clases, calificar exámenes, dar consultas y otras en las cuales no necesitan utilizar la computadora, la cual está encendida y desperdiciando energía para el 19.6% de docentes.

Otro punto importante a tener en cuenta es el denominado consumo vampiro (o consumo fantasma). Es aquella energía eléctrica que consume cualquier dispositivo con el simple hecho de estar conectado a una salida de electricidad (toma corriente), aunque el dispositivo se encuentre apagado. Hay estimaciones que este consumo ronda entre el 5 y 8% de total para una computadora de escritorio (Schneider-electric, 2014), siendo específicos para Facultad Multidisciplinaria de Occidente, el 36.4 y 39.1% de computadoras de escritorio de empleados administrativos y docentes respectivamente, pueden estar presentando este tipo de consumo vampiro como se muestra en el gráfico, ahora si pensamos en la cantidad de computadoras asignadas a docentes, secretarias, contadores y otros empleados; este desperdicio vampiro de energía es potencialmente grande y fácil de evitar.

Motivación para ahorrar energía eléctrica

Otro criterio importante que se evaluó en los trabajadores es el motivo por el cual ahorrarían electricidad, los resultados se presentan en seguida:

Pregunta 7

Honestamente, porque trataría de ahorrar energía eléctrica.

Resultados

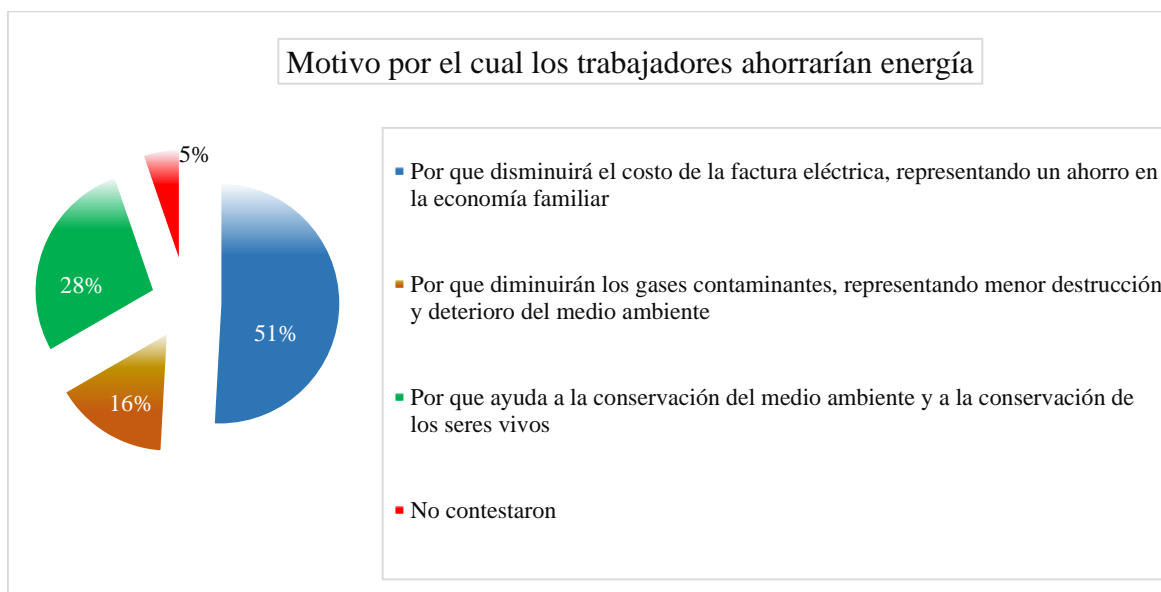


Gráfico 3.50. Motivo por el cual los trabajadores ahorrarían energía.

Fuente: Propia.

En la consulta a los trabajadores respecto al motivo por el cual ahorrarían energía, la gráfica muestra que 51% de estos lo harían por que representa una disminución en el costo de la factura eléctrica pagada mensualmente, representando un ahorro en la economía familiar. Otro motivo significativo es el de protección al medio ambiente y a los seres vivos del planeta representado por el 28%, y también el 16% se motiva al ahorro eléctrico por que disminuyen los gases contaminantes causantes del efecto invernadero y el calentamiento global, por tanto, ahorrar energía por este motivo también es proteger al medio ambiente. También hay un 5% que se abstuvo de contestar.

En general los resultados son favorables, ya que el 95% de los trabajadores ahorraría electricidad, ya sea por un motivo económico o por uno medio ambiental. Esto da pauta a pensar que si desarrollaran medidas de ahorro enfocadas al uso eficiente y racional de la electricidad mediante campañas de concientización, utilizando como temas principales el ahorro económico y la protección del medio ambiente, hay excelente probabilidad de lograr penetrar en la conciencia de los trabajadores y lograr moldear su cultura orientándola al ahorro de energía eléctrica

Hábitos y prácticas de ahorro de energía eléctrica

El último criterio evaluado son hábitos de ahorro de energía en los empleados de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, con el propósito de obtener el grado de conocimiento y práctica que estos presentan en cuanto a dichos hábitos. Los resultados se muestran:

Pregunta 8

En la siguiente lista de hábitos y medidas para ahorrar energía eléctrica, marque con una X los que usted pone en práctica. Y coloque un \surd en los que nunca ha escuchado.

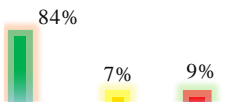

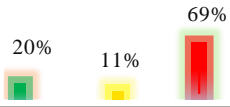
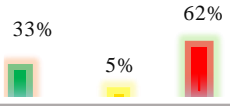
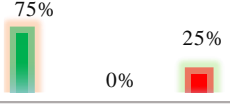
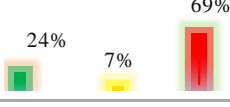
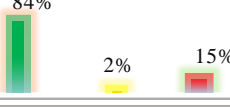
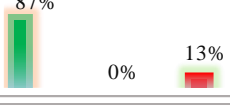
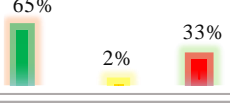
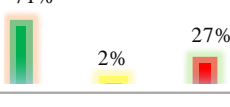
Resultados

En la tabla siguiente se presenta un resumen de resultados de las medidas de ahorro de electricidad evaluadas al sector laboral con la pregunta anterior. La tabla detalla la medida

de ahorro en la columna izquierda de tabla, en la segunda columna se muestra las medidas estadísticas analizadas (frecuencia absoluta (f) y porcentual (%)), las siguientes tres columnas detallan los resultados de respuesta que van desde conocer la medida de ahorro y practicarla, hasta no conocerla. También se muestra un gráfico de barras que muestra la frecuencia porcentual de estudiantes en cada categoría de respuesta, esta grafica se muestra en la última columna de la tabla.

En la tabla los resultados se muestran para cada medida con la frecuencia absoluta de trabajadores denotada por la letra f, y la frecuencia porcentual denotada por el símbolo %. Para cada medida de ahorro evaluada se presentan los valores estadísticos en “f” y “%” de trabajadores según practiquen, no practiquen o no conozcan dichas medidas de ahorro evaluadas. Se presentan los resultados.

Tabla 3.155. Medidas de ahorro practicadas la población laboral de la UES-FMOcc.

Medidas para ahorrar energía eléctrica	Opciones de respuesta			Gráfico de barra asociado (Porcentajes de estudiantes)
	Tiene conocimiento de la medida y la practica	Tiene conocimiento de la medida pero no la practica	No conoce la medida	
Desconectar televisores, equipos de sonido, computadoras y otros aparatos cuando no se utilizan	f 46 % 84%	4 7%	5 9%	
Cambiar lámparas y focos tradicionales (incandescentes) por focos ahorradores (fluorescentes)	f 49 % 89%	0 0%	6 11%	
Emplear salvapantallas de color negro en monitores, laptops, tablets y celulares	f 11 % 20%	6 11%	38 69%	
Comprar dispositivos que se coloquen en modo de ahorro (stand by) cuando llevan algún tiempo sin uso	f 18 % 33%	3 5%	34 62%	
Planchar la mayor cantidad de ropas en una sola oportunidad	f 41 % 75%	0 0%	14 25%	
Comprar electrodomésticos con etiquetado de calificación energético alto	f 13 % 24%	4 7%	38 69%	
Apagar la computadora o tablet cuando no se usará en intervalos mayores a 30 minutos	f 46 % 84%	1 2%	8 15%	
Evitar introducir alimentos calientes al refrigerador	f 48 % 87%	0 0%	7 13%	
Sacar del refrigerador todos los ingredientes que se necesitan antes de cocinar, evitando abrirlo demasiado	f 36 % 65%	1 2%	18 33%	
Reubicar el refrigerador en lugar fresco y seco alejado de la luz del sol y del calor de cocinas y estufas	f 39 % 71%	1 2%	15 27%	

Fuente propia

En la consulta si los trabajadores marcaron la opción que dice “*Tiene conocimiento de la medida y la practica*” representa una situación de Cultura Energética favorable, si

marcaron la opción que dice *“Tiene conocimiento de la medida pero no la practica”* representa una situación de Cultura Energética desfavorable; y si marcaron la opción *“No conoce la medida”* puede interpretarse como una posición neutral entre una de Cultura Energética favorable y desfavorable.

Los resultados extremos varían desde una Cultura Energética favorable en algunas medidas de ahorro donde alrededor del 90% de los encuestados las practican, como es el caso de la medida *“Cambiar lámparas y focos tradicionales (incandescentes) por ahorradores (fluorescentes)”* que es practicada por 89%, hasta una Cultura Energética desfavorable donde solo cerca del 20% las practican, como puede verse en los datos de la medida *“Comprar electrodomésticos con etiquetado energético alto”* que es practicada solo por 24% de empleados.

Las medidas varían entre los valores extremos anteriores, pero, los resultados generales parecen tener un valor favorable, ya que siete de las diez medidas consultadas varían entre el 65% y el 89% para la opción de *“Conocer la medida de ahorro y ponerla en práctica”*, representando una Cultura Energética favorable en más de la mitad de medidas, donde la comunidad laboral de la facultad parece ser consciente de la importancia de ahorrar electricidad. Las otras tres medidas de las diez consultadas varían entre el 20% y el 33% para esta misma opción de *“conocer la medida de ahorro y ponerla en práctica”*, representando un valor desfavorable.

Pero, para brindar un resultado general debe buscarse una forma de evaluar todas las medidas en conjunto, brindando datos que reflejen los resultados generales de las medidas de ahorro consultadas a los trabajadores y así poder responder si la Cultura Energética existente en la universidad es favorable o desfavorable al ahorro de electricidad. Para ello se utiliza la técnica de diagrama de árbol que se muestra en seguida:

Diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro energético consultadas en la UES-FMO

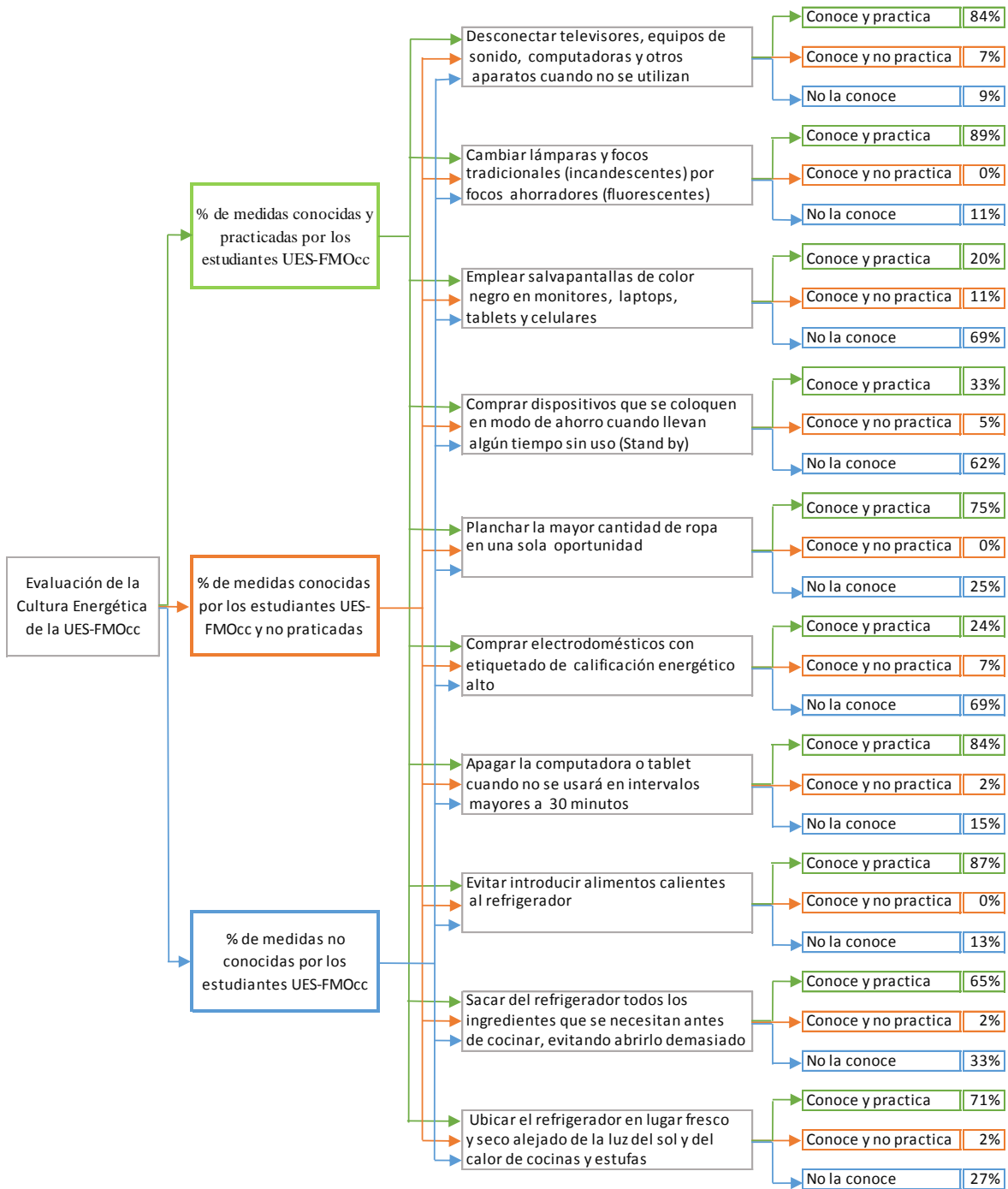


Figura 3.101. Diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro energético practicadas por trabajadores.
Fuente: Propia.

En el diagrama de árbol se muestran las 10 medidas de ahorro evaluadas en la encuesta y los porcentajes de las tres opciones de respuesta de cada medida en la parte

derecha. La suma de los porcentajes de cada medida individual representa el 100% de encuestados, fraccionado en un porcentaje para la opción *conocer la medida y practicarla*, otro para *conocer la medida y no practicarla*; y el último para *no conocer la medida*.

Las mismas tres opciones de respuesta se presentan en la parte izquierda del diagrama pero ahora de forma general para las diez medidas, representando cada opción general los porcentajes totales de la evaluación de las diez medidas. Cada medida evaluada de forma individual contribuye a cada opción general en la misma proporción, entonces cada una aporta un 10% al resultado general. Esto se visualiza en el diagrama, donde, cada opción general se vincula mediante flechas de un mismo color (verde, naranja o azul) con las diez medidas de ahorro evaluadas en forma individual. La solución del diagrama es como se resolvió en la parte del sector estudiantil y se muestra en la siguiente figura.

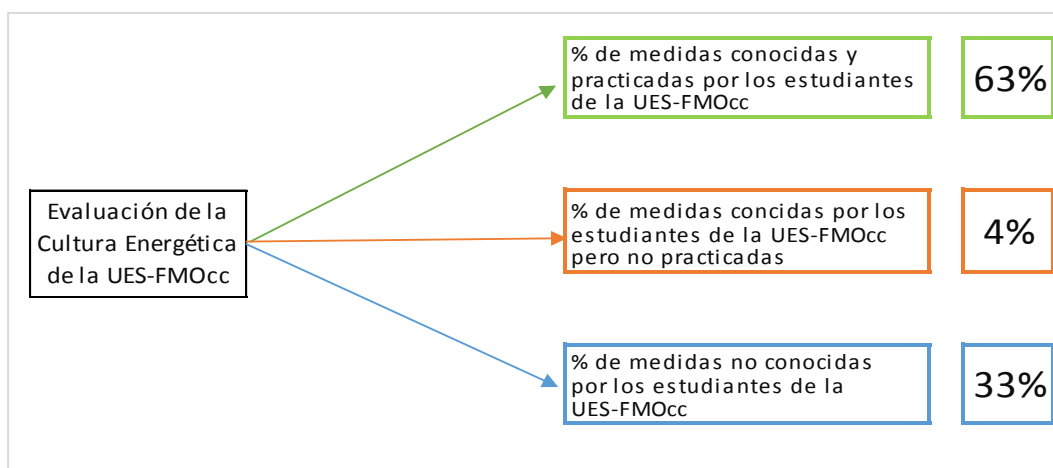


Figura 3.102. Solución del diagrama de árbol sobre las medidas de ahorro practicadas por trabajadores. Fuente: propia.

Los resultados generales revelan que la Cultura Energética es favorable, ya que el 63% de medidas de ahorro son practicadas por los empleados. Hay un restante 37% que no son practicadas, ya sea porque no quieren practicarlas a pesar de conocerlas (4%) o porque no tienen conocimiento de éstas (33%).

Entonces hay una relación cercana de 2:1, donde dos trabajadores practican las medidas y uno no. Sin embargo, la situación puede mejorar, ya que hay un 33% que no practican las medidas de ahorro porque no tienen conocimiento de estas, en especial aquellas que aunque son su responsabilidad los beneficios no son muy conocidos, como: *comprar de*

electrodomésticos con etiquetado de calificación energético alto o dispositivos que se coloquen en modo de ahorro (Stand By) cuando lleven algún tiempo sin uso.

Las medidas de ahorro donde se incurre en una compra económica considerable como las mencionadas en el párrafo anterior; los resultados son desfavorables, ya sean estudiantes o trabajadores los evaluados. Si nos alejamos de la universidad y llegamos al hogar donde los estudiantes y trabajadores se convierten en hijos y padres, en la mayoría de ocasiones los hijos no toman decisiones sobre que dispositivo eléctrico comprar, los padres sí; y como lo muestra la tabla 3.151 no hay conocimiento de los padres que pueden comprar aparatos eléctricos que utilizan la energía de manera eficiente, aunque el precio inicial es más alto; pero esta inversión inicial se recupera rápidamente en el costo de la energía que el aparato ahorra en su funcionamiento, lo cual resulta ser más barato en el mediano y largo plazo. Además de tener un impacto ambiental menor causado por la electricidad que no se consume.

La figura 3.67 revela que las medidas que son más cotidianas y habituales para los docentes o empleados administrativos y apoyo, y más publicitadas por instituciones distribuidoras de electricidad y medios de comunicación, como *cambiar los focos tradicionales (incandescentes) por ahorradores (fluorescentes); evitar introducir alimentos calientes al refrigerador; desconectar televisores, equipos de sonido u otros electrodomésticos cuando no se utilizan;* son también las medidas más conocidas y practicadas según lo muestran los resultados. Lo cual demuestra que las medidas que son conocidas, su práctica no incurre en un gasto u compra y que tengan relación con las actividades habituales, probablemente serían practicadas por nueve de cada diez trabajadores, ya que solo un 4% no las practicaría aunque las conozca.

Y hay un 4% de medidas que no son practicadas a pesar de ser conocidas. No se conocen las causas específicas porque este segmento de medidas no son practicadas por trabajadores, con los beneficios económicos y medioambientales que se obtienen, pero se considera que es una proporción pequeña.

3.2.4.3. Análisis de Cultura Energética

Se concluye con situaciones sobre la Cultura Energética en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador donde se presenta desperdicio de energía eléctrica. Se detalla cada una a continuación:

Desperdicio de electricidad en uso de iluminación artificial

Se incurre en desperdicio de electricidad en el uso de la iluminación artificial en aulas, ya que dos de cada tres estudiantes dicen que no apagarían la iluminación cuando termina su clase y queda funcionando, y la misma proporción no apagarían las lámparas encendidas en un salón vacío al deambular cerca de éste, según datos resumidos en los gráficos 3.34 y 3.35. Entonces, existe alrededor del 70% de probabilidad que se desperdicie energía eléctrica en un salón de clase al quedar vacío y siga este desperdicio hasta la siguiente clase que puede ser en unos minutos o un par de horas.

El sector laboral también contribuye al desperdicio de energía eléctrica. Cuatro de cada cinco trabajadores dicen apagar la iluminación de oficinas, aulas y cubículos cuando terminan de trabajar en ellos, entonces, hay presencia del 20% de probabilidad de desperdiciar energía en estas áreas de trabajo (uno de cada cinco). En cuanto a salones vacíos con lámparas encendidas, tres de cada cinco trabajadores dicen que apagarían las lámparas al percatarse de esta situación según los resultado resumidos en los gráficos 3.40 a 3.43, existiendo un 40% de probabilidad de desperdicio de electricidad en un salón vacío hasta que éste sea ocupado en la siguiente clase, que puede ser en un par de minutos o un par de horas.

Se realizaron inspecciones y se observó que es un desperdicio generalizado al que se incurre diariamente, ya que se encontraron aulas vacías con la totalidad de lámparas encendidas en la mayoría de edificios; problema que se repite durante toda la jornada académica desde la 5:00am cuando empiezan las labores de limpieza hasta 9:00pm cuando vigilancia tiene la función de apagar las lámparas en aulas. Es importante mencionar que el desperdicio se incrementa, ya que las aulas y edificios no cuentan con iluminación natural que satisfaga los niveles mínimos para desarrollar las actividades de manera confortable, creando la necesidad de utilizar la iluminación artificial durante el día.

Entonces se tiene una oportunidad de ahorrar energía eléctrica generando un hábito en la comunidad universitaria de apagar lámparas y focos cuando no se utilizan, también

creando funciones y responsabilidades para asegurar que no se incurra en desperdicio de energía por cubículos, oficinas y aulas vacías con lámparas encendidas.

Preferencia por la iluminación natural para iluminar edificios

Según los resultados mostrados en las gráficas 3.36 y 3.44 existe una clara preferencia en la comunidad universitaria sobre la iluminación natural para iluminar los edificios, y solo alrededor del 30% dice tener preferencia sobre la iluminación artificial. No obstante, los edificios de la facultad no cuentan con sistema de iluminación natural que satisfaga los niveles confortables de luz que se encuentra cerca 500 lux para oficinas y salones de clase, incluso las ventanas acristaladas de los edificios que tienen la función de iluminar naturalmente, la luz es obstruida con pintura y cortinas de colores oscuros para evitar la entrada a los edificios de calor por radiación solar, esto tiene el efecto de oscurecer el edificio y la necesidad de utilizar la luz artificial de lámparas.

Se tiene una preferencia de siete de cada diez estudiantes u docentes al elegir la iluminación natural sobre la artificial, pero, según el censo de iluminación realizado por los autores de este trabajo de grado y cuyos resultados se presentan en la parte de equipo de iluminación instalado; ningún salón de clase, laboratorio u oficina cumple con el estándar de 500 lux si se evalúa como un todo y son pocos los sectores dentro de éstos espacios que cumplen con dicho estándar evaluando partes del salón u oficina, un porcentaje menor del 10%, incluso combinando ambas fuentes de luz (natural e artificial).

Al final se cuenta con una preferencia sobre la iluminación natural, pero durante el día se tiene que utilizar la iluminación artificial de lámparas en la mayoría de edificios, debido a que el diseño de éstos no satisface los niveles confortables mínimos con dicha luz natural; teniendo como efecto un consumo de energía que puede ser ahorrado.

Necesidad de utilizar iluminación artificial durante el día

Nueve de cada diez empleados de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente dicen tener la necesidad de utilizar la iluminación de lámparas durante el día, lo cual da una idea de la cantidad de energía que se utiliza en iluminación artificial durante la jornada diurna. Siendo más específicos, siete de cada diez contestaron que deben utilizarla durante todo el día, lo que representa el 70% de la capacidad instalada en luz; el otro 15% dice utilizarla una

parte del día por mañana o bien por la tarde, entonces se tienen intervalos de la jornada hasta con 85% de las lámparas funcionando durante el día, información que puede verificarse en las graficas 3.45 y 3.46.

Si la universidad contara con un sistema de iluminación natural que proporcione un nivel confortable de luz, se ahorrarían hasta dos tercias partes del consumo total facturado en iluminación, lo anterior basado sobre el funcionamiento del 70% de capacidad del sistema de iluminación artificial en el horario diurno (6:45am hasta 5:00pm), comparado con un funcionamiento al 100% en el horario nocturno (5:00pm hasta 8:45pm). Ya que, actualmente se presume un consumo del doble de energía por iluminación en horario diurno, en el cual no se aprovecha la luz gratis proveniente del sol, comparado con el horario nocturno.

La evaluación final del sistema de iluminación de la universidad según resultados de la encuesta, es que la mayoría de miembros de la comunidad universitaria tienen preferencia sobre la iluminación natural en aulas, oficinas, cubículos u otros; pero, como la iluminación natural no satisface los niveles confortables mínimos para desarrollar las clases u otras actividades, existe la necesidad de utilizar la iluminación artificial cuyo funcionamiento en la jornada diurna triplica el costo de la factura total en iluminación. Además, se suma el desperdicio de energía por el uso inadecuado del sistema artificial, ya que la mayoría de miembros de la comunidad universitaria no cuentan con hábitos de ahorro de energía, como el simple hecho de apagar las lámparas de salones de clase, oficinas, cubículos, y demás, cuando están vacíos y no se utilizan.

Consumo de energía de los estudiantes por uso de dispositivos portátiles

La grafica 3.37 resume que el 64 % de estudiantes dicen conectar en los tomas de la universidad algún dispositivo móvil, sea una computadora portátil, un celular y/o una tableta electrónica; en el gráfico 3.38 se observa con mayor detalle el consumo de electricidad por dispositivos móviles sobre los cuales se pueden estimar algunos cálculos.

La gráfica 3.38 muestra que el 49.5% de estudiantes conecta su computadora portátil en los tomas de corriente de la universidad, de este porcentaje el 47.4% la conecta de 1 a 5 horas por semana (promedio de 2.5 horas/semana), el 1% contestó conectar su portátil de 6 a 10 horas por semana (Promedio de carga de 7.5 horas/semana) y el último 1% de 11 a 15 horas por semana (Promedio de carga de 12.5 horas/semana). Si los datos son representativos

para la población de 8 044 estudiantes y sabiendo que una laptop tiene una corriente de carga promedio de 2.0 ampere a un voltaje de carga de 110 volt, se calcula en seguida la energía eléctrica consumida por computadoras portátiles (laptops) por semana, asumiendo que la computadora se carga a un 62% de capacidad de su fuente.

Tabla 3.156. Consumo de energía debido a computadoras portátiles usadas por estudiantes.

Componente	Porcentaje de población (%)	Promedio de carga (hrs/sem)	Población de estudiantes	Corriente de carga (Ampere)	Voltaje de carga (kVolt)	Capacidad de carga normal (%)	Consumo de energía ⁸	
							(Kwh/sem)	(kwh/día)
Laptop	47%	2.0	8044	2.0	0.11	62%	1031.37	206.27
	1%	7.0	8044	2.0	0.11	62%	76.80	15.36
	1%	12.0	8044	2.0	0.11	62%	131.66	26.33
Total							1239.84	247.97

Fuente: Propia.

El consumo de energía calculado es considerable. No se conoce mucho acerca de las características en que éste se desarrolla, sin embargo, se presumirá que pueden plantearse medidas para disminuir este consumo cambiando la forma en que el estudiante usa su computadora portátil con modos de ahorro energético en los dispositivos, formas de utilizar su ordenador a nivel de hardware y software, pero de ninguna manera limitar el uso del recurso eléctrico.

Consumo de energía de trabajadores por uso de computadoras de escritorio

Se divide el consumo entre empleados administrativos y empleados operativos (docentes).

Consumo de energía por computadora de escritorio en sector administrativo

Los computadores están conformados por un CPU con corriente de consumo máximo de 7 ampere, un monitor con 1.5 ampere y un UPS con 1.3 ampere; el voltaje de trabajo es de 110 volt. El consumo de un computador sería el consumo del CPU + UPS + monitor.

Los resultados en el gráfico 3.47 revelan que el 36.4 % de trabajadores en este estrato no tienen asignada computadora y no contribuyen al consumo. La investigación indicó que hay tres grupos, cada uno con 9.1% de empleados administrativos que utilizan su computador en intervalos de horas por semana de 6 a 10 (promedio de 7.5 hrs/semana), 11 a 15 (promedio

⁸ El consumo de energía en kwh/semana (columna 7) se obtienen del producto de las horas de carga por semana (Multiplicación de las columnas 2, 3 y 4), por la potencia de carga (multiplicación de las columnas 5 y 6), por la capacidad normal de carga (columna 6)

de 12.5 hrs/semana) y 15 a 20 (promedio de 17.5 hrs/semana); y un último grupo de 36.4% que la utiliza de 20 a 25 (promedio de 22.5 hrs/semana), calculando para un estrato de 69 trabajadores de la misma manera que se hizo para estudiantes, se obtiene.

Tabla 3.157. Consumo de energía por computadoras de escritorio de empleados Administrativos

Componente	Porcentaje de población (%)	Promedio de carga (hrs/sem)	Población de empleados	Corriente de carga (Ampere)	Voltaje (KVolt)	Capacidad de función normal (%)	Consumo de energía	
							(Kwh/sem)	(kwh/día)
CPU	9.1%	7.5	69	7	0.11	70%	24.26	4.85
Monitor	9.1%	7.5	69	1.5	0.11	100%	7.43	1.49
UPS	9.1%	7.5	69	1.3	0.11	100%	6.44	1.29
Total							38.12	7.62
CPU	9.1%	12.5	69	7	0.11	70%	40.43	8.09
Monitor	9.1%	12.5	69	1.5	0.11	100%	12.38	2.48
UPS	9.1%	12.5	69	1.3	0.11	100%	10.73	2.15
Total							63.53	12.71
CPU	9.1%	17.5	69	7	0.11	70%	56.60	11.32
Monitor	9.1%	17.5	69	1.5	0.11	100%	17.33	3.47
UPS	9.1%	17.5	69	1.3	0.11	100%	15.02	3.00
Total							88.94	17.79
CPU	36.4%	22.5	69	7	0.11	70%	303.19	60.64
Monitor	36.4%	22.5	69	1.5	0.11	100%	92.81	18.56
UPS	36.4%	22.5	69	1.3	0.11	100%	80.44	16.09
Total							476.44	95.29
Total CPU							424.46	84.89
Total Monitor							129.94	25.99
Total UPS							112.61	22.52
TOTAL							667.01	133.40

Fuente: Propia.

Finalmente se obtiene un consumo de energía por el uso del computador en el sector administrativo y de apoyo de 133.40 kwh/día (CPU + Monitor + UPS).

Consumo de energía por computadora de escritorio en sector docente

La parte derecha de la gráfica 3.47 revela los resultados del uso del computador de escritorio para el sector docente. Se observan que el 34.8% no tiene computadora asignada, el 21.7% la utilizan de 1 a 5 horas por semana de (promedio de 2.5 hrs/semana), el 6.5% de 6 a 10 (promedio de 7.5 hrs/semana), el 17.4% de 11 a 15 (promedio de 12.5 hrs/semana), el 13% de 16 a 20 (promedio de 17.5 hrs/semana) y el 6.5% de 21 a 25 (promedio de 22.5 hrs/semana). Realizando el mismo calculo pero ahora para una población de 209 docentes:

Tabla 3.158. Consumo de energía por computadoras de escritorio de empleados Docentes

Componente	Porcentaje de población (%)	Promedio de carga (hrs/sem)	Población de empleados	Corriente de carga (Ampere)	Voltaje de carga (KVolt)	Capacidad de función normal (%)	Consumo de energía	
							(Kwh/sem)	(kwh/día)
CPU	21.7%	2.5	132	7	0.11	70%	37.63	7.55
Monitor	21.7%	2.5	132	1.5	0.11	100%	11.55	2.31
UPS	21.7%	2.5	132	1.3	0.11	100%	10.01	2.00
Total							59.29	11.86
CPU	6.5%	7.5	132	7	0.11	70%	32.34	6.47
Monitor	6.5%	7.5	132	1.5	0.11	100%	9.90	1.98
UPS	6.5%	7.5	132	1.3	0.11	100%	8.58	1.72
Total							50.52	10.16
CPU	17.4%	12.5	132	7	0.11	70%	148.23	29.65
Monitor	17.4%	12.5	132	1.5	0.11	100%	45.38	9.08
UPS	17.4%	12.5	132	1.3	0.11	100%	39.33	7.87
Total							232.93	46.59
CPU	13.0%	17.5	132	7	0.11	70%	160.35	32.07
Monitor	13.0%	17.5	132	1.5	0.11	100%	49.09	9.82
UPS	13.0%	17.5	132	1.3	0.11	100%	42.54	8.51
Total							251.98	50.40
CPU	6.5%	22.5	132	7	0.11	70%	97.02	19.40
Monitor	6.5%	22.5	132	1.5	0.11	100%	29.70	5.94
UPS	6.5%	22.5	132	1.3	0.11	100%	25.74	5.15
Total							152.46	30.49
Total CPU							437.94	87.59
Total Monitor							134.06	26.81
Total UPS							116.19	23.24
TOTAL							688.19	137.64

Fuente: Propia.

Finalmente se obtiene un consumo de energía por el uso del computador en el sector administrativo y de apoyo de 222.34 kwh/día (CPU + Monitor + UPS).

Desperdicio de energía de empleados por computadora encendida y sin uso

Se deduce un desperdicio de energía cuando los empleados de la universidad se dedican a actividades donde no utilizan computadora, ya que, el 42.9% de sector administrativo y el 28.6% del sector docente manifiestan que su computadora se encuentra encendida cuando no la utilizan, información de la gráfica 3.48. Algunas situaciones que se adjudican una porción de desperdicio por computadora encendida y sin uso serían:

Descanso por almuerzo: En la facultad se cuenta con un descanso por almuerzo de dos horas en el intervalo de 12:00 a 2:00 pm para la mayoría de empleados. En el sector administrativo (69 empleados) puede calcularse el desperdicio de energía de manera

aproximada, ya que el 42.9% de éstos dice mantener la computadora encendida y sin uso en intervalos de descanso, utilizando los mismos datos de corriente y voltaje de carga para CPU, monitor y UPS anteriores, con la CPU trabajando al 60% de capacidad se obtiene.

Tabla 3.159. Desperdicio de energía de empleados administrativos por PC encendida y sin uso.

Componente	Porcentaje de población (%)	Desperdicio promedio (hrs/sem)	Población de empleados	Corriente de carga (Ampere)	Voltaje de carga (KVolt)	Capacidad de función normal (%)	Consumo de energía	
							(Kwh/sem)	(kwh/día)
CPU	42.9%	10.0	69	7	0.11	60%	138.6	27.72
Monitor	42.9%	10.0	69	1.5	0.11	100%	49.5	9.90
UPS	42.9%	10.0	69	1.3	0.11	100%	42.9	8.58
Total								46.2

Fuente: Propia

El desperdicio total estimado es para 30 empleados administrativos, en la adición de los componentes anteriores sumando 46.2 kwh/día o 10164 kwh/año.

Docentes en actividades donde no utilizan computadora: el 28.6% de docentes contestaron que su computadora se encuentra encendida cuando no la utilizan y se dedican a otras actividades. Este es un problema que tiene la certeza de existir como desperdicio de energía pero difícil de cuantificar por lo variable de uso del computador por los docentes, debido a que tienen funciones como impartir clases, calificar exámenes, preparar clases, brindar consultas, entre otras donde no utilizan computadora y que difieren en horario de un día a otro y de un docente a otro, sumado a la dificultad que no utilizan su computadora asignada todos los días, situación que facilitaría la cuantificación. Lo que falta es información de las características de uso, pero no puede negarse el desperdicio de energía. Por la cantidad mayor de docentes, el desperdicio de energía puede ser mayor que el de empleados administrativos.

Consumo fantasma o consumo vampiro

Se describió ya en la parte 3.2.2.2.3.1 del trabajo el consumo fantasma por equipo instalado, ocasionado por dispositivos electrónicos con el simple hecho de estar conectados en la toma de corriente, aunque estén apagados. En los resultados sobre el consumo de energía eléctrica a través de medición directa y presentados en las tablas 3.1 a 3.27 se aprecia que hay edificios que consumen energía después de las 9:00 pm cuando están cerrados, vacíos y sin ninguna persona que genere este dentro, hasta 6:45 pm cuando se ponen nuevamente

en operación, en estas gráficas se muestra que varios inmuebles excepto las aulas tienen un consumo vampiro entre 6 a 10%, e incluso mayores como edificio de Economía 27% (24.82 kwh/noche), unidad de Post-Grado 19% (5.87 kwh/noche) y clínica de salud bucal 13% (3.836 kwh/noche).

Al final, la falta Cultura Energética tiene gran parte de responsabilidad sobre este consumo vampiro, ya que, cuando se preguntó a trabajadores cual es el estado de su computadora cuando no la utilizan, un promedio de 60% contestó apagada y conectada al toma. El prejuicio de los investigadores de la situación problemática, es que la mayoría de empleados no saben que dejando la computadora apagada pero conectada a un toma de corriente, se incurre entre un 5 y 7% de consumo sobre el 100% de la pc en funcionamiento, motivo por el cual 6 de cada diez empleados no cuentan con el hábito de desconectar este equipo electrónico.

No se calculará la estimación de consumo vampiro para computadores de empleados, porque no sería un dato completo, ya que, faltarían los computadores de centros de cómputos y otras que se encuentran funcionando en bibliotecas, hemeroteca, oficinas y demás que utilizan estudiantes en horas sociales. Sin embargo, las mediciones ya mencionadas revelan que si se tiene éste problema en la facultad, que con la conciencia y colaboración de toda la comunidad universitaria podría eliminarse.

Disposición de la comunidad universitaria por ahorrar energía eléctrica

Existe una disposición por ahorrar energía de los estudiantes (98.9%) y empleados (95%) de la Facultad por motivos económicos y medio-ambientales. Puede decirse, que si se potencian estos intereses por ahorrar energía a implementación de medidas de eficiencia energética se tiene más del 90% en probabilidad de éxito, según los resultados de la encuesta resumidos en las gráficas 3.39 y 3.49.

El mayor interés por ahorrar energía es el ahorro en la economía familiar, el cual movería la voluntad de un poco más de mitad de miembros de la comunidad universitaria (56.58% de estudiantes y 51% de empleados) para moldearla a hábitos de ahorro energético. Un interés un poco menor es por motivos de conservación de medio ambiente, en el cual, dos de cada cinco miembros estarían motivados al ahorro de electricidad (40% de estudiantes y

44% de empleados), ya sea para disminuir los gases de efecto invernadero como el CO₂ y evitar el calentamiento global o la conservación del medio ambiente y de los seres vivos.

La disposición por ahorrar energía está presente en la comunidad universitaria manifestada con intereses económicos y de conservación medio-ambiental, sin embargo, lo que falta es mover estos intereses con medidas y propuestas concretas sobrevenidas desde la dirección con un efecto cascada hasta los estudiantes. Se concluye que no existe cultura de ahorro de los miembros de la comunidad, pero sí interés por ahorrar electricidad.

Cultura energética desfavorable

Se cuestionaron diez hábitos y medidas de ahorro a estudiantes y empleados de la universidad, el resumen de resultados se encuentra en las tablas 3.148 y 3.151, sin embargo, en la evaluación de la Cultura Energética entran en juego también las conclusiones y disposiciones anteriores.

Se asume un resultado de Cultura Energética desfavorable, ya que de las medidas de ahorro evaluadas solamente el 56% son practicadas por los estudiantes y el 63% por los docentes, lo que correspondería a los porcentajes complementarios de 44% y 37% de no practicar las medidas en incurrir en desperdicio de energía. El problema parece ser la falta de conocimiento de las medidas y de los beneficios económicos y medio-ambientales que se obtienen, como se manifestó hay una disponibilidad de más del 90% de miembros de la comunidad universitaria por ahorrar electricidad.

Se notan varias características en los resultados de las tablas 3.148 y 3.151. Primero, las medidas mayormente practicadas por empleados y estudiantes son las que tienen un vínculo con sus actividades diarias como apagar equipos electrónicos cuando no los utilizan (TV, PC y demás), apagar lámparas, no introducir alimentos calientes al refrigerador; ya que, la comunidad sabe que causan desperdicio.

Segundo, la causa de dicho conocimiento se alimenta de la publicidad que medios de comunicación y empresas distribuidoras de electricidad hacen sobre los impactos económicos y medioambientales de no practicar estas medidas de ahorro, entonces, la comunidad tiene conciencia de los impactos y beneficios.

Tercero, se consultaron otras medidas como lo son la compra de dispositivos electrónicos con etiqueta de eficiencia energética (Star energy), dispositivos que se coloquen

en modo de ahorro (Stand By) y otras que no son muy publicitadas, la comunidad respondió que no las practica porque no tienen conocimiento de éstas, y es cuando se presume que el problema de Cultura Energética desfavorable es por falta de información y conocimiento.

Y vamos incluir un cuarto, y es que siendo específicos en la UES-FMOcc no se promueve el cuidado y uso eficiente del recurso energético, situación imperdonable para una institución de enseñanza superior. Hay universidades que tienen carreras dedicadas a la eficiencia energética y generación de energía eléctrica a base de fuentes renovables, situación impulsada por el daño que el hombre le ha hecho a la tierra y cuyos efectos negativos como el cambio climático amenazan la supervivencia de las especies.

Se concluye entonces que en la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente se tiene una Cultura Energética desfavorable, que es impulsada por la falta de conocimiento de sus miembros de las medidas para ahorrar energía y los beneficios económicos y medio-ambientales que se tienen. Pero mayormente impulsada por falta de acciones institucionales concretas encaminadas a que la comunidad universitaria maneje el recurso energético de forma eficiente.

3.3. Conclusiones: Diagnóstico del consumo eléctrico actual

Primeramente se concluye que la hipótesis de la investigación:

“La administración del recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, es causante que actualmente se incurra en un alto consumo eléctrico”.

Es **ACEPTADA**, ya que se comprobó que la UES-FMOcc no administra el recurso eléctrico en busca de la Eficiencia Energética, lo cual provoca que consuma más energía de la que se necesita para operar en su proceso de enseñanza-aprendizaje superior.

La hipótesis se dividió en los indicadores: Tarifa Eléctrica, Instalaciones Eléctricas-Electrónica-Estructurales, Procesos Administrativos y Cultura Energética; que especifican disciplinas diferentes para estudiar el problema de alto consumo eléctrico, e investigar la administración del recurso energético desde diferentes líneas acción. Los resultados fueron los siguientes:

➤ **Indicador 1: Administración de la Tarifa Eléctrica**

La UES-FMOcc no administra su tarifa eléctrica contratada, con el objetivo de visualizar la gama de cobros realizados a través de la factura, buscando como disminuir o eliminar algunos de éstos. En la parte 3.2.1 se presenta el diagnóstico de la tarifa eléctrica de la Facultad, obteniendo resultados de tendencia creciente en los pagos por el servicio eléctrico en los próximos años, pronósticos del consumo de energía para el periodo 2016-2035 y análisis sobre la disminución o eliminación de los componentes de la facturación eléctrica. Se presentan cada uno:

Facturación eléctrica con tendencia creciente

Los pronósticos de los pagos de la factura eléctrica para el periodo 2016-2035 en los servicios 1 “Tarifa de pequeña demanda en baja tensión” y servicio 2 “Tarifa de gran demanda en media tensión con medidor horario” se resumen en los siguientes gráficos.

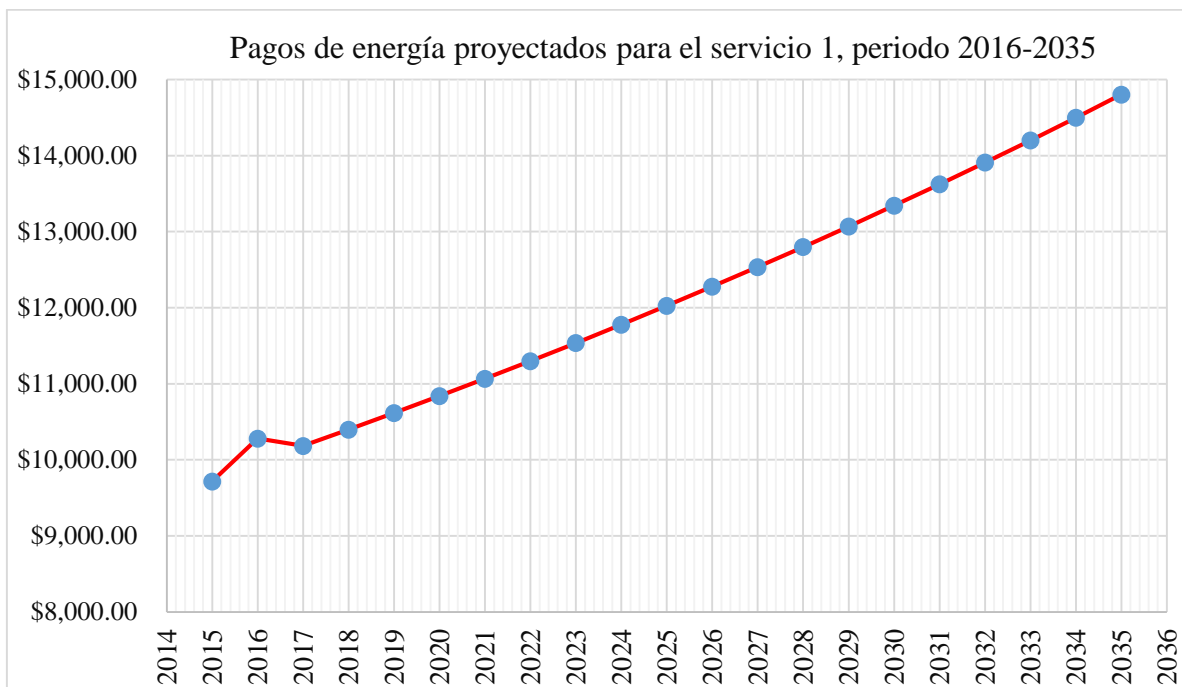


Gráfico 3.51. Pagos de energía proyectados para el servicio 1, periodo 2016-2035
 Fuente: Tablas 3.18 a 3.20 de este trabajo.

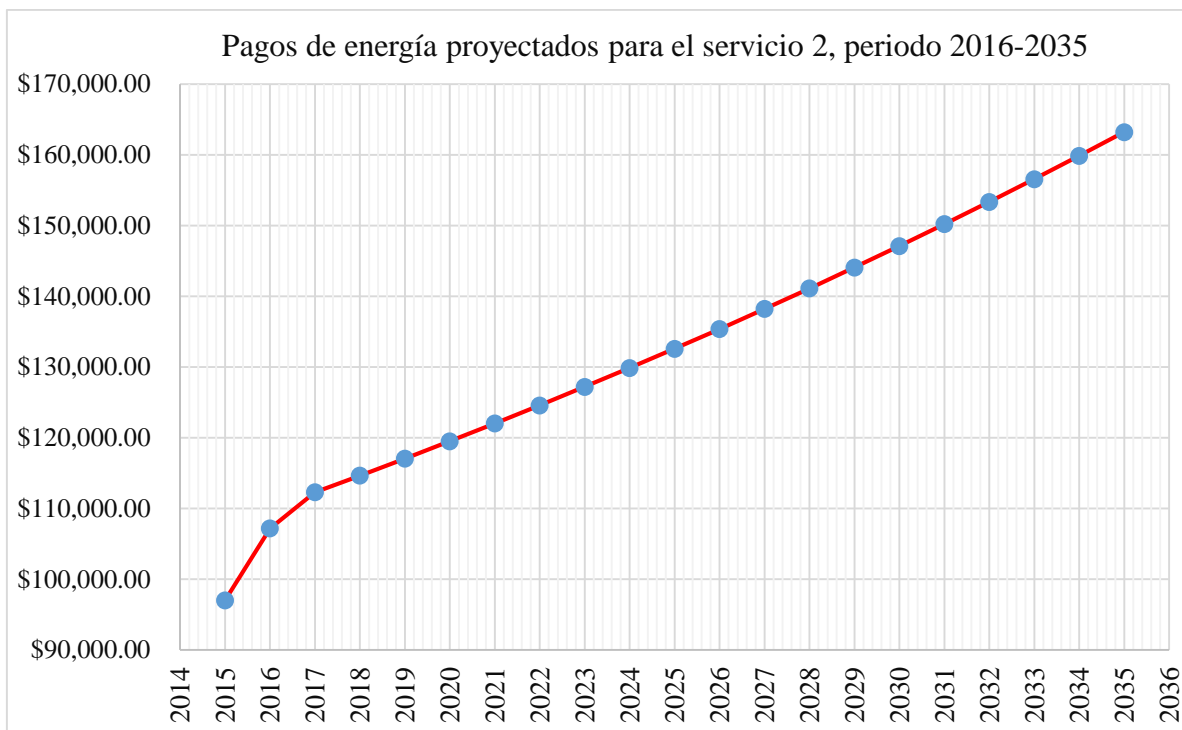


Gráfico 3.52. Pagos de energía proyectados, periodo 2016-2035
 Fuente: Tablas 3.28 a 3.38 de este trabajo.

Las gráficas describen claramente la tendencia creciente en los pronósticos de pago por factura eléctrica para los próximos años. Para mayor detalle en los pronósticos revisar la parte

3.2.1 “Diagnóstico de la tarifa eléctrica”, donde se detalla la confiabilidad de los mismos. En las gráficas se aprecia que la factura eléctrica del servicio 1 aumenta de \$10 mil en el año 2015 hasta \$15 mil en el año 2035 según pronósticos; y el servicio 2 aumenta de \$97 mil en el año 2015 hasta \$164 mil en el año 2035.

Pronósticos del consumo de energía para el periodo 2016-2035

La facturación eléctrica depende de dos factores: del consumo de electricidad y del costo de la energía. Así, un aumento de la factura eléctrica puede producirse por un aumento en el consumo de energía, por un aumento en el costo de la energía o por un aumento en ambos. En el diagnóstico de la tarifa eléctrica se proyectaron ambos factores para el periodo 2016-2035 con pronóstico cuantitativos, el aumento del consumo de energía se proyecta únicamente para los años 2016 y 2017, ya que no es posible confiar en pronósticos cuantitativos para intervalos grandes, debido a esto, en el intervalo restante de años (2018-2035) se utiliza como pronóstico el valor proyectado para el año 2017, presumiendo que la universidad consumirá una cantidad similar de electricidad si mantiene las mismas instalaciones. El pronóstico en el aumento del costo de la energía únicamente se proyecta debido a la inflación promedio de 2.1% en el intervalo de años 2008-2014, así la energía se encarece el 2.1% cada año. En los gráficos 3.50 y 3.51 se aprecian estas proyecciones, se observa que para el año 2016 y 2017 el costo de la factura aumenta rápidamente (aumento del consumo y del precio de electricidad), para el intervalo restante 2018-2035 el costo de la factura aumenta lentamente (aumento de costo de energía únicamente). La confiabilidad de las proyecciones es del 10% de error.

Disminución o eliminación de componentes de la factura eléctrica

Los pronósticos dicen que en la UES-FMOcc los costos de facturación eléctrica aumentarán cada año. Es por ello que se presenta un plan para disminuir este aumento en el costo de la facturación del servicio de electricidad, disminuyendo o eliminando los componentes de la tarifa eléctrica cobrados en la factura. Se planean disminuir los costos por energía consumida hasta un 49%, por distribución de potencia eléctrica hasta un 40% y eliminar la multa por violación al índice mínimo de factor de potencia, y eliminar el interés por pago en mora. En la administración de la tarifa eléctrica se predice una disminución hasta

de los 50% del costo de la factura a partir del año 2020, con un plan no solo para la tarifa eléctrica, sino integral para los cuatro indicadores.

➤ **Indicador 2: Administración de Instalaciones Eléctricas-Electrónicas-Estructurales**

La UES-FMOcc tampoco administra las Instalaciones Eléctricas-Electrónicas-Estructurales en los Sistemas de iluminación, Climatización y Ofimática en busca de la Eficiencia Energética. En la parte 3.2.2 “Diagnóstico del consumo eléctrico en las instalaciones eléctricas-electrónica-estructurales” resultó que se tienen desperdicios de energía en los sistemas que definen éste indicador.

- **Sistema de Iluminación instalado**

El sistema de Iluminación instalado es energéticamente ineficiente, pues utiliza más electricidad de la que necesita para brindar el servicio de enseñanza aprendizaje superior con confortabilidad lumínica. Algunas de las causas del desperdicio de energía en este sistema se describen en seguida:

No se aprovecha la iluminación natural: Los edificios tienen un pobre sistema de iluminación natural, lo cual ocasiona que se utilice iluminación artificial de lámparas durante el día. En el diagnóstico resultó que en la jornada diurna cuando puede utilizarse la luz gratis proveniente del sol, la UES-FMOcc gasta el doble de energía para iluminación del campus que por la noche. Esto es una lógica incorrecta en el diseño de los edificios, lo que provoca un consumo innecesario de energía durante el día que puede evitarse.

Instalación incorrecta del sistema de iluminación artificial: La instalación de los circuitos del Sistema de Iluminación debe hacerse de forma tal que no contribuya a desperdiciar electricidad. En los edificios de la Facultad se reproduce esta condición de instalación incorrecta y desperdicio de energía por iluminación, pues la instalación causa que se iluminen áreas que no están siendo utilizadas, como cubículos vacíos, zonas vacías en aulas, lugares vacíos en laboratorios, entre otros.

Ubicación incorrecta de lámparas: La distribución de lámparas debe hacerse de forma tal que no se ubiquen en un área que no necesite iluminación. En los edificios de la

Facultad se observó este problema, algunas lámparas se sitúan sobre paredes divisorias internas y no sobre los centros de trabajo de docentes u estudiantes, esto ocasiona que la iluminación de lámparas se desperdicie al no ubicar como punto focal de iluminación el área de trabajo.

- **Sistema de Climatización instalado**

Tampoco se administra el Sistema de Climatización instalado en la Universidad. El consumo de este sistema representa entre el 40 y 45% del total, por tanto disminuir el gasto de energía en éste, traerá ahorros económicos importantes. Se diagnosticó que este sistema es energéticamente ineficiente, pues consume demasiada energía para brindar el confort climático necesario. Se presentan las causas de la ineficiencia del sistema.

Demanda térmica alta en edificios: La demanda térmica define la potencia del aire acondicionado a instalar, si la demanda térmica es grande la potencia eléctrica del equipo será alta y el consumo eléctrico del sistema será alto. Los edificios de la UES-FMOcc tienen una demanda térmica alta ocasionada por un aislamiento térmico insuficiente en techos, paredes, ventana y puertas; ocasionado también por infiltración de aire caliente a oficinas climatizadas a través de puertas abiertas y por penetración de radiación solar a través de ventanas acristaladas. Esto ocasiona desperdicio de energía por climatización.

Sobre-capacidad o sub-capacidad de refrigeración: La capacidad de refrigeración del Sistema de Climatización instalado debe ser un 10% mayor que la demanda térmica, si la capacidad instalada está por arriba o por debajo de este valor, se incurre en desperdicio de electricidad. En la facultad se encontraron ambos problemas, se encuentran oficinas con la capacidad insuficiente del aire acondicionado (capacidad de sistema debajo de la demanda térmica + 10%), como también oficinas con capacidad ociosa de aire acondicionado (capacidad de sistema arriba de la demanda térmica + 10%); ambas ocasionan desperdicio de energía, por tanto debe buscarse una solución para este problema.

Uso incorrecto del Sistema de Climatización: Los usuarios no recibieron ningún tipo de capacitación para el uso correcto del aire acondicionado, esto ocasiona desperdicios de electricidad. Los usuarios dejan puertas y ventanas abiertas donde se escapa el aire frío y se filtra el aire cálido del exterior, esto produce que el aire acondicionado trabaje más y consuma

más electricidad, además se ajusta el aire acondicionado por debajo de los 22 °C cuando el confort climático se encuentre entre los 23 y 25°C, el inconveniente es que el sistema consume alrededor del 7% más de energía por cada grado que se disminuya la temperatura. También mantienen equipo de cómputo encendido cuando no lo utilizan, esto carga el aire acondicionado de manera innecesaria, además de no atender indicaciones sobre el buen uso provenientes de mantenimiento.

- **Sistema de Ofimática instalado**

El Sistema de Ofimática también presenta situaciones que contribuyen al desperdicio de energía. La administración de éste en busca de la eficiencia energética está ausente, se describen las causas encontradas que favorecen el despilfarro de energía.

Consumo vampiro o fantasma: Es el consumo del equipo electrónico con el simple hecho de estar conectado a la toma corriente, este consumo representa alrededor del 6% del consumo en funcionamiento normal. La Facultad presenta consumo vampiro, no se pudo cuantificar de manera precisa cuanto desperdicio representa, pero la solución para evitar este despilfarro no tiene un costo elevado, sino cultural “Desconectar el equipo electrónico como computadoras de la toma de corriente”.

Equipo de ofimática ineficiente: En el mercado se encuentra equipo de cómputo con o sin eficiencia energética, el equipo eficiente se encuentra marcado con diferentes etiquetas (Energy Star) y tiene un precio más elevado. El equipo de cómputo de la universidad no cuenta con esta certificación, lo que significa que consume demasiada electricidad; esto representa un desperdicio de energía grande al cuantificar todo el equipo de oficina instalado (computadoras, impresoras, fotocopadoras, entre otros).

Equipo encendido y sin uso: El consumo eléctrico se justifica por el hecho de realizar actividades que son útiles para alcanzar un fin en específico, pero existe el caso cuando se consume energía eléctrica en aparatos que no son utilizados pero si se encuentran encendidos, esto se define como desperdicio de energía. Los trabajadores de la UES-FMOcc dejan encendido su equipo de cómputo cuando no lo utilizan y se dedican a otras actividades, este es un hábito generalizado tanto para docentes como para otros empleados. De hecho,

hay computadores que se encuentran encendidos y sin uso un tiempo mayor del que es utilizado por su usuario (Docente o empleado administrativo).

En este indicador se cuantifica el total de desperdicios de energía eléctrica, sin embargo, los siguientes indicadores condicionan la cantidad y forma en que se despilfarra la electricidad.

➤ **Indicador 3: Administración de Procesos Administrativos**

Los procesos desarrollados en la universidad en ocasiones se ejecutan de forma tal que se desperdicia energía eléctrica, pues en la universidad no se realizan estudios de Eficiencia Energética a los procesos de enseñanza-aprendizaje, esto ocasiona un despilfarro energético habitual en la forma de desarrollar las actividades.

Solamente se analizaron tres procesos, ya que la cantidad de actividades ejecutadas es grande y lo importante es mostrar que si hacen de manera diferente, se obtienen beneficios económicos y energéticos. Se describen estos:

Uso de biblioteca y hemeroteca: La iluminación de estas salas de estudio se encuentra encendida la mayoría del día, incluso al medio-día. El hábito del bibliotecario es encender el total de lámparas a primera hora (7:00 am) y apagarlas a última hora (7:00 pm) sin importar si la iluminación es necesaria o no. El desperdicio se percibe también, ya que se observó que la biblioteca y hemeroteca presenta partes vacías en ciertos intervalos, pero no se utiliza iluminación artificial focalizada para iluminar únicamente los lugares utilizados. Otro factor que contribuye al desperdicio es el que no se aprovecha la iluminación artificial, ya que en lugares donde la iluminación natural es confortable para actividades de estudios, siempre se utilizan las lámparas; también contribuye al desperdicio la forma desordenada en que se ubican los estudiantes en los espacios de biblioteca, en ocasiones la biblioteca se encuentra al 50% de capacidad pero con alumnos dispersos por toda la sala, esto no permite apagar la iluminación de sectores sin uso. Un diseño sobre el uso del sistema de biblioteca energéticamente eficiente corregiría este problema.

Lentas intervenciones de mantenimiento: Las intervenciones de mantenimiento son tardadas en respuestas a solicitud, lo que implica que es un mantenimiento con política de fallo (el elemento falla y luego se brinda el mantenimiento correctivo). Además, estas

intervenciones no tienen en cuenta los aspectos relativos a la eficiencia energética, como por ejemplo: ramas de árboles que interfieren en el aprovechamiento de luz natural, cristales de las ventanas y superficies de las lámparas disminuyen su eficiencia notablemente debido una capa de polvo sobre ellas que impide el paso de la luz natural o artificial, el rendimiento de los sistemas de aire acondicionado está fuertemente afectado por la limpieza de los filtros, falta de aislamiento térmico en cerramientos, entre otros.

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento en la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio. Esto es algo que en la universidad debe buscarse.

Uso del servicio de aulas: Esto hace referencia a lo siguiente: Cuando el salón de clase no se utiliza a toda su capacidad sino a un 70, 60, 50 % o menos, la iluminación se utilizan al 100% de capacidad; esto representa un desperdicio de energía en iluminación. Esto se debe, a que no existe un procedimiento en el uso de salones de clase que tome en cuenta el uso eficiente de la iluminación, para evitar utilizar el 100% de iluminación cuando se necesita menos capacidad.

Debe evitarse asignar salones grandes para grupos de clase pequeño, pocos alumnos en el aula pero dispersos por toda esta, dejar encendida la iluminación a terminar la clase, entre otras cuyo efecto es desperdiciar la electricidad a través de luminarias.

➤ **Indicador 4: Administración de Cultura Energética**

Los hábitos y prácticas de la comunidad universitaria contribuyen a desperdiciar electricidad de manera consciente o inconsciente, la forma de desarrollar las actividades universitarias favorece a desperdiciar electricidad. Se describen algunos aspectos culturales que causan este efecto.

Desperdicio de energía en el uso de iluminación artificial: la comunidad universitaria en general (Alumnos y trabajadores) tienen el hábito de dejar encendidas las

lámparas de su área de trabajo al terminar las actividades, sea una oficina, salón de clase laboratorio u otro. Se observó que es un desperdicio generalizado al que se incurre diariamente, ya que se encontraron aulas vacías con la totalidad de lámparas encendidas en la mayoría de edificios; problema que se repite durante toda la jornada académica desde la 5:00am cuando empiezan las labores de limpieza hasta 9:00pm cuando vigilancia tiene la función de apagar las lámparas en aulas. Es importante mencionar que el desperdicio se incrementa, ya que las aulas y edificios no cuentan con iluminación natural que satisfaga los niveles mínimos para desarrollar las actividades de manera confortable, creando la necesidad de utilizar la iluminación artificial durante el día.

Necesidad de utilizar el sistema de iluminación artificial durante el día: El problema no es utilizar la iluminación artificial durante el día, sino en la cantidad que se utiliza. Según el diagnóstico se estima que 2/3 partes de total de energía consumida por iluminación se utiliza en el horario diurno, lo que es un completo absurdo al poder utilizar la luz gratis proveniente del sol.

Consumo excesivo de energía en equipo de cómputo: El equipo de cómputo es utilizado de forma que consume energía eléctrica de forma innecesaria. Algunas causas del problema son: Los empleados de la universidad dejan encendida su computadora cuando se dedican a otras actividades y no la utilizan, incluso en los intervalos de descanso; también no tienen la práctica de configurar el computador en modos de ahorro (hibernación y suspensión), no ajustan el brillo del monitor cuando es demasiado, no se desconecta la computadora cuando no se utiliza, entre otras prácticas que contribuyen al desperdicio de energía.

Cultura Energética desfavorable: Se concluye que la cultura de los miembros de la comunidad universitaria es desfavorable, pues contribuye en muchas maneras a desperdiciar electricidad. Pues no tienen hábitos ni prácticas cuyo desarrollo utilice la electricidad de forma eficiente, sino, un comportamiento que contribuye al despilfarro de energía. Desde el simple hecho de no apagar las lámparas que no se utilizan, hasta diseñar propuestas para ahorrar energía.

Por último se describe en la siguiente tabla el consumo y carga eléctrica actual en los edificios de la universidad, y sobre la cual se presume un alto consumo de energía. La carga también se presenta por transformadores de alimentación.

Tabla 3.160. Carga y consumo eléctrico actual en la UES-FMOcc, servicio 1.

Banco de Transformadores N°1 (300 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Edificio de Biología	3.3	9.42	-	12.72	16.82	16.74	-	33.56
Oficinas Administrativas	3.3	49.6	24.62	77.52	19.78	117.71	128	265.49
AGEFMO	0.1	2.35	-	2.45	0.19	6.91	-	7.1
Iluminación Externa	3.71	-	-	3.71	43.66	-	-	43.66
Edificio de Economía	14.24	38.91	14.07	67.22	53.12	49.69	128.03	230.84
Aulas 2-10	6.66	-	-	6.66	57.73	-	-	57.73
Aulas M	0.51	-	-	0.51	3.71	-	-	3.71
Edificio Ciencias Jurídicas	3.65	7.71	-	11.36	9.87	10.8	-	20.67
Clínica Extramural Santa Ana	3.51	5.51	-	9.02	7.55	11.07	-	18.62
Unidad de Post Grado	-	-	-	-	-	-	-	-
Aulas Q	-	-	-	-	-	-	-	-
				191.17				681.38

Banco de Transformadores N°2 (225 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Edificio de Usos Múltiples	32.16	179.31	140.68	352.15	222	397.47	711.562	1331.032
Iluminación Externa	3	-	-	3	10.5	-	-	10.5
				355.15				1341.53

Banco de Transformadores N°3 (225 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Edificio de Medicina	31.68	44.26	24.62	100.56	168.82	70.2	128.02	367.04
Iluminación Externa	0.94	-	-	0.94	7.19	-	-	7.19
				101.5				374.23

Transformador N°2 (25 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Auditorio "Marta Pérez Cervantes"	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación Externa	0.25	-	-	0.25	0.88	-	-	0.88
				0.25				0.88

Transformador N°3 (25 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Batería de Baños	0.26	-	-	0.26	2.56	-	-	2.56
Aula 11 y 12	3.08	-	-	3.08	17.66	-	-	17.66
Quiosco	0.06	-	-	0.06	0.22	-	-	0.22
Iluminación Externa	1.58	-	-	1.58	13.39	-	-	13.39
Bomba de Agua	-	-	-	-	-	-	-	-
				4.98				33.83

Transformador N°4 (75 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Edificio Bunker	20.73	-	-	20.73	75.4	-	-	75.4
Iluminación Externa	0.76	-	-	0.76	5	-	-	5
				21.49				80.4

Continúa en la siguiente página

Transformador N°5 (75 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Edificio "N"	6.91	4.45	-	11.36	63.43	5.83	-	69.26
Iluminación Externa	0.5	-	-	0.5	1.75	-	-	1.75
Quiosco Nuevo	0.38	-	-	0.38	1.33	-	-	1.33
				12.24				72.34

Fuente: Propia.

Tabla 3.161. Carga y consumo eléctrico actual en la UES-FMOcc, servicio 2.

Transformador N°1 (75 KVA)

Lugar	Carga Instalada KW			Total	Consumo en KWh al día			Total
	Iluminación	Equipo	Climatización		Iluminación	Equipo	Climatización	
Taller de Mantenimiento	0.51	8.88	-	9.39	2.3	9.06	-	11.36
Taller de Practicas (Ing.)	1.79	16.32	-	18.11	9.82	12.77	-	22.59
Insituto de Estudio de Agua	6.93	7.7	-	14.63	4.09	6.75	-	10.84
Cafeterías de la Facultad	0.77	5.18	-	5.95	4.61	62.77	-	67.38
Iluminación perimetral de la zona	2.71	-	-	2.71	18.13	-	-	18.13
				50.79				130.3

Fuente: Propia.

Con los resultados mostrados y analizados anteriormente se concluye que el banco con tres transformadores de 75 KVA y que alimentan energéticamente el Edificio de Usos Múltiples de la facultad se encuentra sobrecargado, ya que la carga instalada total de iluminación, equipo y climatización (325.26 Kilowatts) sobre pasa el límite que el banco de transformadores puede abastecer (225 KVA). Ambos datos muestran que el edificio sobre pasa en 100.26 Kilowatts la potencia instalada en el banco de transformadores, este es un riesgo y puede ocasionar sobrecalentamiento del transformador, ocasionando una explosión del mismo y un daño grave para los equipos que energiza.

3.4. Referencias de capítulo 3

- Asahi Glass Company (AGC), (2014).** Todo sobre el vidrio, propiedades y funciones. Extraído el 16 de febrero desde el sitio web: http://www.yourglass.com/agc-glass-europe/es/es/toolbox/pocket/2/SP_YGP_CHAP_II.pdf
- Asociación Bancaria Salvadoreña ABANSA, (2009).** Inflación anual de El Salvador. Extraído el 04 de junio de 2015 desde el sitio web: www.abansa.org.sv/archivo.ashx?pub=1&codigo=280
- Compañía PROSOL S. A de C. V, (2015).** Laminas solares. Extraído el 10 de agosto de 2015 desde el sitio web: <http://www.prosol-laminas.es/5-laminas-solares-compra-online>
- Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HB Ahorro de energía, Código Técnico de la Edificación Española; DA DB-HE/1 (Octubre 2013).** Calculo de parámetros característicos de la envolvente. Extraído el 09 de febrero de 2015 desde el sitio web: http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DA-DB-HE-1_-_Calculo_de_parametros_caracteristicos.pdf
- Ecodes, (2011).** Etiquetado ecológico Energy Star. Extraído el 10 de Agosto de 2015 desde el sitio web: <http://www.consumoresponsable.org/criterios/etiquetas/consumoenergetico2>
- INSHT, (2015).** Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Extraído el 02 de diciembre de 2015 desde el sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, IDAE (sin fecha).** Ahorra energía mientras trabajas. Extraído el 9 de febrero de 2015 desde el sitio web: <http://is.ua.es/es/documentos/oficina-tecnica/archivos-consumos-ua/ahorra-energia-mientras-trabajas.pdf>
- Iñaki Gómez, (2007).** Artículo sobre aislamiento térmico en edificios, Cálculo del coeficiente de transmisión de calor K en los cerramientos. Extraído el 12 de enero de 2015 desde el sitio web: <http://www.ehu.es/mmtde/materiala/aislamto-edificios/PDF/Documentos/3CALCULO.pdf>
- Schneider-electric, (2014).** Computo ecológico. Extraído el 02 de diciembre de 2014 desde el sitio web: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/soporte/EcoComputing.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN, (2013).** Perfiles climatológicos. Extraído el 03 de noviembre de 2014 desde el sitio web: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/perfiles+climatologicos/>

CAPÍTULO 4: PLAN DE AHORRO DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

La Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador mensualmente consume una gran cantidad de energía eléctrica. Se han detectado dos tipos de consumo de energía implicados, el primero de ellos es el requerido para que la Facultad pueda operar normalmente como institución de enseñanza aprendizaje superior, ejecutando cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de las instalaciones y que necesitan el recurso energético para desarrollarse; pero también se tiene un segundo consumo en paralelo, este es el consumo que no presenta provecho alguno en las funciones de la UES FMOcc y que se considera como desperdicio del recurso eléctrico.

El capítulo 4 presenta un plan de ahorro de energía eléctrica para la UES-FMOcc basado en la disminución del consumo eléctrico que no representa ningún provecho para la institución, pero que es facturado y pagado mensualmente. Dicho plan pretende atacar puntos específicos que se tienen como potenciales focos generadores de desperdicio energético diagnosticados en el capítulo 3 y potenciar otros puntos que son necesarios para un buen uso del recurso eléctrico. El plan se estructura en 4 ejes de acción: **Tarifa Eléctrica, Instalaciones Eléctrica-Electrónicas y estructurales, Cultura Energética y Procesos Administrativos**. Cada eje de acción tiene un diagnóstico de consumo energético donde se identificaron problemas de desperdicio eléctrico, sobre estos diagnósticos se planifican acciones correctivas de corto, mediano y largo plazo para solucionar los problemas de desperdicio energético.

La fecha establecida para el plan de ahorro de energía eléctrica es 2016 en apego al último dato histórico que es en el 2015, pero esta puede ser movida dependiendo de la nueva fecha de implementación tomando en cuenta reajustar las programaciones de actividades y ahorros, incluir nuevos datos históricos a la proyecciones, por tal motivo se estima la fecha 2016 aun cuando este desfasada.

4.1. Objetivos del Plan de ahorro del consumo eléctrico

4.1.1. Objetivo General

- Desarrollar un plan de ahorro del consumo eléctrico para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

4.1.2. Objetivos Específicos

- Planificar acciones que corrijan las causas del desperdicio eléctrico diagnosticado en los sistemas eléctricos de la UES-FMOcc.
- Desarrollar un programa del plan de ahorro de energía estructurado para implementarse en el corto, mediano y largo plazo.
- Calcular el ahorro eléctrico estimado por implementación del plan de ahorro de energía.

4.2. Justificación del plan de ahorro del consumo eléctrico

La UES-FMOcc todos los años recibe a una gran cantidad de personas que tienen como aspiración culminar una carrera universitaria, la institución brinda a éstos el servicio de educación superior a través de un arsenal de profesionales que transmiten sus conocimientos. En torno al proceso de enseñanza-aprendizaje se movilizan gran cantidad de recursos, como: recursos técnicos, tecnológicos, de infraestructura, económicos, entre otros, donde puede destacarse el recurso de energía eléctrica. La electricidad tiene un costo para la Facultad alrededor de \$100,000 anuales que deben ser pagados con los escasos fondos que maneja.

Durante la investigación enfocada al uso de la energía eléctrica documentada en el capítulo 3, se pudo verificarse que la institución presenta una serie de problemas que aportan sustancialmente a que el consumo tienda a ser mayor que el necesario para operar. Se concluyó a través de cuatro diagnósticos que la facultad desperdicia energía por diferentes causas, el cálculo de energía desperdiciada está cerca del 50 % como se detalla más adelante en este capítulo.

Estas causas identificadas son problemas que producen desperdicios eléctricos que año con año vienen aumentando y que es necesario darles una solución, pero que hasta la fecha ésta la investigación no se presentan indicios de iniciativas para corregirlos. A raíz de esto se desarrolla un plan para mitigar dichos problemas a través de intervenciones a las causas de estos, a estas intervenciones se le ha denominado acciones correctivas y la implementación de estas ayudará a disminuir el consumo de energía eléctrica. Las acciones correctivas se planean para corto, mediano y largo plazo; en una planificación de implementación de 5 años y una planificación de beneficios de 20 años incluso más.

4.3. Planteamiento de estrategias del plan de ahorro del consumo eléctrico

Para ahorrar en el consumo eléctrico deben disminuirse los componentes cobrados en la factura eléctrica, así el pago mensual por el servicio será menor. En el diagnóstico de la tarifa eléctrica presentado en la parte 3.2.1 del capítulo 3, se detalló todos los componentes de la tarifa cobrados en los servicios contratados por la facultad. Algunos componentes son completamente controlados por las empresas generadoras, distribuidoras y comercializadoras de electricidad junto con instituciones estatales como la SIGET, entonces el aumento o disminución de estos componentes está bajo su dependencia; pero hay otros componentes que pueden ser administrados por las instituciones usuarias del servicio energético y su aumento o disminución pueden estar bajo su control. La fórmula presentada en la siguiente imagen resume todos estos componentes dependientes de la empresa distribuidora en la parte superior y los dependientes de la universidad en la parte inferior.

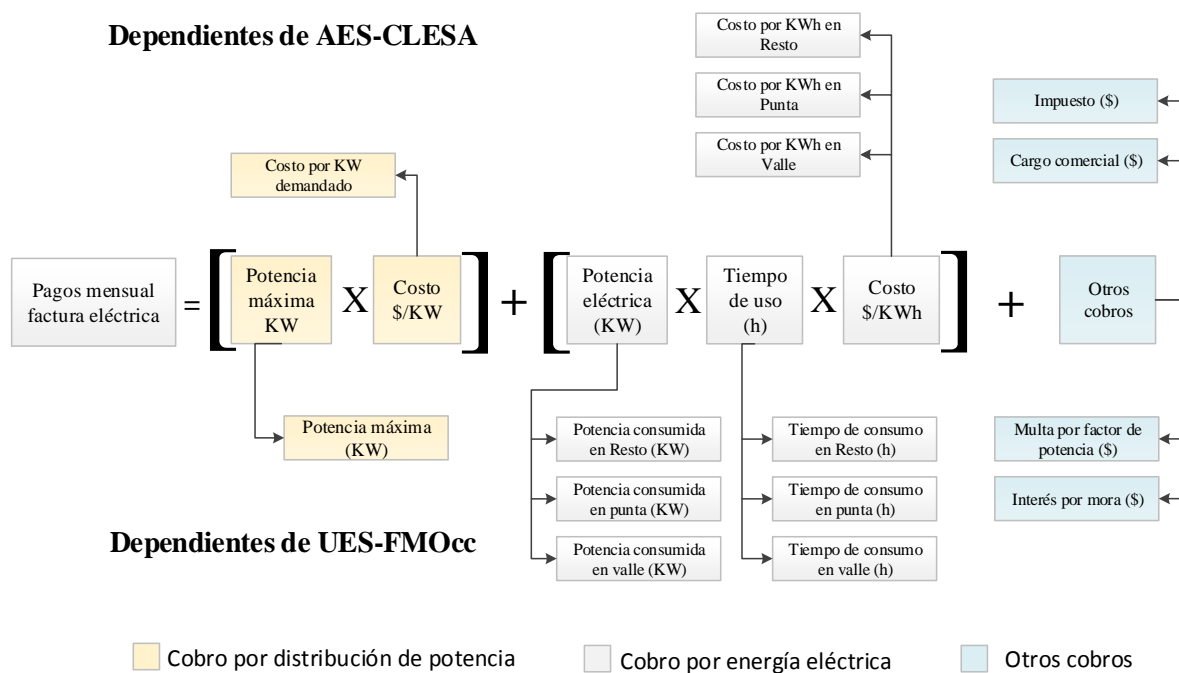


Figura 4.103. Componentes de la factura por servicio de energía eléctrica en alta demanda.
Fuente: Propia.

A continuación se explica los elementos y características de cada componente.

Cobro por distribución potencia eléctrica

Este cobro por distribución de potencia eléctrica se especifica en la parte izquierda de la imagen 4.1. Este cobro resulta del pago por cada kw de potencia que AES-CLESA distribuye a la universidad en el punto de demanda máxima del mes, entonces se registra la potencia máxima demandada por la universidad que se encuentra entre 25 y 175 kw dependiendo de cada mes (AES-CLESA, 2009-2015) y se le cobra actualmente alrededor de US\$ 12.00 por kw. La siguiente imagen muestra los componentes del cobro por distribución de potencia.

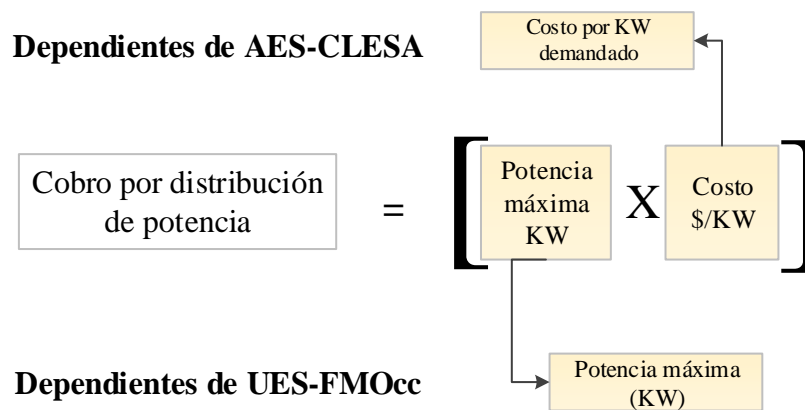


Figura 4.104. Componentes de factura eléctrica: Cobro por distribución de potencia.
Fuente: Propia.

Se aprecia en la imagen que el cobro por energía eléctrica consta de tres componentes: la **potencia eléctrica** del equipo instalado (kw), el **tiempo de uso** del equipo instalado (h) y el **costo tarifario** por unidad de energía (US\$/kwh). Entonces el cobro puede reducirse disminuyendo la potencia eléctrica en equipo instalado, disminuyendo el tiempo de uso del equipo, disminuyendo el costo por unidad de energía o disminuyendo dos o tres elementos combinados; pero el costo tarifario depende de AES-CLESA estando fuera de alcance para su reducción, entonces la estrategia es reducir la potencia eléctrica y el tiempo de uso del equipo instalado en la UES-FMOcc, se especifica más adelante en esta parte dicha estrategia.

Es importante aclarar que maneja cada horario en forma independiente, ya que el consumo y el costo de la energía son diferenciados para cada horario, entonces se tiene potencia eléctrica y tiempo de uso de equipo instalado diferente para el horario Resto, el horario Punta y el horario Valle.

Otros cobros en la factura eléctrica

Se detallan otros cobros en parte derecha de la imagen 4.1. Estos obedecen a multas, intereses o tasas impositivas por las empresas distribuidoras de energía o instituciones de gobierno, la siguiente imagen muestra los otros componentes cobrados en la factura eléctrica.

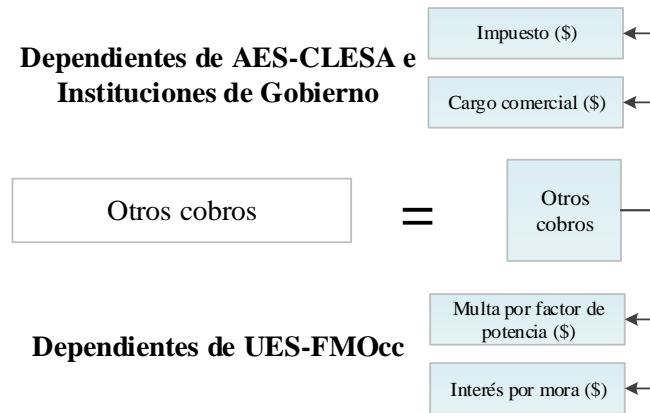


Figura 4.105. Componentes de factura eléctrica: Otros cobros en la factura eléctrica.
Fuente: Propia.

Se observa en la imagen que el cargo por otros cobros en la factura eléctrica está constituido por componentes, como: **impuestos** (IVA, servicios municipales) y **cargos comerciales** que dependen del gobierno y la empresa distribuidora. También consta de componentes, como: **multas** (multa por violación al índice máximo de factor de potencia) e **intereses** (interés por mora) que dependen de la UES-FMOcc. Entonces la estrategia es disminuir o eliminar los otros cobros que dependen de la administración en universidad. En este caso también se disminuye el Impuesto al Valor Agregado (IVA), ya que por cada US\$ 1.00 que se ahorre en la factura eléctrica se ahorra también US\$ 0.13 de no pago por IVA. Para manejar con más detalle los componentes cobrados en la factura que se describieron anteriormente, puede revisarse la parte 3.2.1 “Diagnóstico de la tarifa eléctrica”.

Entonces, según los componentes cobrados en la factura de energía eléctrica se plantean tres estrategias para disminuir el consumo eléctrico de la universidad. Se describe a continuación cada estrategia.

4.3.1. Estrategia de ahorro 1: Disminución de Potencia Eléctrica



Estrategia 1: Disminución de Potencia Eléctrica

⚡ Disminución de equipo instalado

La universidad cuenta con equipo eléctrico-electrónico instalado en tres sistemas: El sistema de iluminación, el sistema de climatización y el sistema de ofimática. Para disminuir la potencia eléctrica se pretende desinstalar el equipo sub-utilizado en estos tres sistemas, desinstalar luminarias que producen niveles mayores de iluminación que los necesarios para la confortabilidad, desinstalar aires acondicionados donde la demanda térmica es mucho menor que la refrigeración necesaria y desinstalar equipo ofimático donde puede hacerse uso compartido de este. La desinstalación de equipo en los tres sistemas disminuirá la potencia eléctrica máxima.

⚡ Reemplazo de tecnología obsoleta

Debido a que la universidad cuenta con tecnología de hace una, dos o incluso tres décadas en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática, consume mayor electricidad. Cuan más nueva es la tecnología menor es su consumo energético con equipo innovador que brinda la misma calidad de servicio en el mismo tiempo, esto se debe a que necesitan menor potencia de funcionamiento; como ejemplo esta la iluminación LED, equipo ofimático con monitores LED y partes con etiqueta Energy Star, aires acondicionados con etiquetado energético A+++, y muchos otros.

⚡ Instalación de cargas eléctricas capacitivas

En la facultad existe violación al índice mínimo de factor de potencia de 0.9, el cual garantiza que de la potencia suministrada solo el 90% es útil, necesitando la empresa distribuidora aumentar sus costos cubrir el restante 10% con mayor potencia. La potencia máxima distribuida la un universidad a refleja este aumento que llega hasta el 30% producto de índices de factor de potencia de 0.7, además de una multa. La instalación de cargas capacitivas o disminución de cargas inductivas corrige el problema.

Figura 4.106. Estrategia de ahorro 1: Disminución de potencia eléctrica.

Fuente: Propia.

4.3.2. Estrategia de ahorro 2: Disminución del tiempo de uso en el equipo instalado



Estrategia 2: Disminución del tiempo de uso en el equipo instalado

🕒 Uso de sistemas naturales

Se refiere al uso de un sistema de iluminación y climatización natural que disminuya el uso del equipo instalado para iluminación y climatización artificial. Esto se logra modificando la parte estructural en los edificios desde la etapa de diseño, adecuándolo con ventanas acristaladas móviles en todas las fachadas y falsos techos traslucidos en posiciones estratégicas. En la universidad se ha diagnosticado un consumo por iluminación diurno hasta de 2/3 del total en este rubro que puede evitarse, además el sistema de climatización artificial representa entre el 40 y 50% de total de energía facturada que puede disminuirse con ventilación natural.

🕒 Programación electrónica del horario de funcionamiento

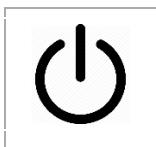
Controlar funcionamiento de equipos instalados en iluminación, climatización y ofimática por medio de programación electrónica; disminuye el uso de funcionamiento considerado innecesario y que se encuentre fuera de un horario establecido según criterios de desperdicio de energía. Entre estos se encuentran los hábitos humanos que permiten el desperdicio eléctrico al dejar encendidos equipos en horarios que no se utilizan. También elimina el consumo fantasma al cortar el suministro de energía en los tomas de corriente donde se encuentra conectado equipo electrónico aunque este apagado, esto se produce mayormente en la noche y madrugada.

🕒 Capacitaciones sobre uso de instalaciones eléctricas-electrónicas

También puede disminuirse el tiempo de uso del equipo instalado, capacitando al personal sobre la forma correcta en la utilización de los sistemas de iluminación, climatización y ofimática. En estas capacitaciones se brinda el horario de uso, indicaciones de apagar y desconectar el equipo, control electrónico del horario de funcionamiento, concientización sobre beneficios de ahorro de energía, entre otros.

Figura 4.107. Estrategia de ahorro 2: Disminución del tiempo de uso en el equipo instalado.
Fuente: Propia.

4.3.3. Estrategia de ahorro 3: Disminución de otros cobros tarifarios



Estrategia 3: Disminución de otros cobros tarifarios

⏻ Disminución de Multas

Las multas son impuestas por la empresa que suministra el servicio eléctrico. Una institución contratante se hace acreedora de una multa cuando viola cierta clausula establecida en la legislatura de la SIGET; existen multas por hurto de electricidad y por violación al índice mínimo del factor de potencia (FP). La UES-FMOcc pagó multa por violación al índice mínimo de FP en el 2014 de US\$ 5 095.70 que aumentó para el 2015 a US\$ 5 249.56, tendencia que sigue aumentando en el 2016. La estrategia que se persigue es eliminación total en el pago de dicha multa.

⏻ Disminución de Impuestos

Los impuestos son establecidos por las instituciones de gobiernos locales y nacionales. En El Salvador, los impuestos por servicios municipales son cobrados a través de la factura eléctrica, también está impuesto del IVA que corresponde al pago del 13% del precio de cualquier producto, sea un bien o un servicio como la electricidad. La estrategia es disminuir ambos impuestos; en el primero se persigue eliminar la mora por no pago de impuestos municipales, actualmente la mora ronda el 30% de un millón de dólares de deuda total acumulada en 12 años; y el segundo impuesto correspondiente al IVA disminuye US\$ 0.13 por cada dólar que se ahorre en la factura eléctrica.

⏻ Disminución de intereses

Este es exclusivamente el interés por pago atrasado del servicio eléctrico, impuesto por la empresa distribuidora de energía. La universidad pago un promedio de US\$ 33.00 mensuales de interés por mora en el año 2014, interés que se mantuvo en el 2015 y sigue manteniéndose en el 2016. La estrategia es la eliminación en el pago de dicho interés causado por prácticas de pago atrasado en la factura eléctrica.

Figura 4.108. Estrategia de ahorro 3: Disminución de otros cobros tarifarios.
Fuente: Propia.

4.4. Líneas de acción del plan de ahorro del consumo eléctrico

La pretensión es planificar la administración del recurso eléctrico en la UES-FMOcc a través de acciones que cambien la forma de utilizar la energía eléctrica en la universidad en el corto, mediano y largo plazo. Para ello se estructura un plan para intervenir las causas que producen los desperdicios de energía identificados en el diagnóstico del capítulo 3, recordemos que el diagnóstico se dividió en cuatro indicadores que describían la administración del consumo de energía desde una disciplina específica, y por tanto se encontraron causas de desperdicio eléctrico en cuatro líneas de acción que pueden atacarse de manera individual, correspondientes a cada diagnóstico específico. Es importante decir que el objetivo general de disminuir el consumo de electricidad se produce integrando los esfuerzos de las cuatro líneas de acción.

Entonces el plan de ahorro del consumo de energía se estructura según las cuatro líneas de acciones siguientes: Administración de la tarifa eléctrica, Administración de instalaciones Eléctricas-Electrónicas-Estructurales, Administración de Procesos Administrativos y Administración de Cultura Energética. Por tanto se plantean acciones en el corto, mediano y largo plazo en las cuatro líneas de acción mencionadas, que corrigen las causas de desperdicio encontradas en los diagnósticos correspondientes a cada línea de acción.

Cada línea de acción se organiza según las tres estrategias descritas anteriormente, por ejemplo: para la línea de acción Administración de Tarifa Eléctrica, se organiza según la estrategia 1 “Disminución de potencia eléctrica”, la estrategia 2 “Disminución de tiempo de uso de equipo instalado” y estrategia 3 “Disminución de otros cobros tarifarios”; lo mismo para todas las líneas de acción. Esto es porque las estrategias se plantean para disminuir los componentes cobrados en la factura eléctrica y cada línea de acción interviene todos los componentes en diferentes acciones correctivas.

Lo datos facturación eléctrica utilizados en el planteamiento de las líneas de acción son de registros de la Alcaldía de Santa Ana y de AES-CLESA entre el periodo 2000 – 2015. Sin nada más que agregar se describen a continuación las líneas de acción para corregir las causas a problemas específicos ya diagnosticadas en el capítulo 3.

4.4.1. Línea de acción 1: Administración de la Tarifa Eléctrica

Línea de acción 1: Administración de la Tarifa Eléctrica



Disminución de Potencia Eléctrica

⚡ Disminución de equipo instalado

Toda disminución de potencia eléctrica disminuye el cobro en la factura en el cargo por distribución de potencia, en el cargo por energía y el en cargo de IVA. Por tanto, la disminución de equipo instalado en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática; además de disminuir la potencia eléctrica administra la Tarifa Eléctrica al disminuir los cobros por distribución de potencia, consumo de energía e IVA.

⚡ Reemplazo de tecnología obsoleta

El reemplazo de tecnología obsoleta en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática es otra forma de disminuir la potencia eléctrica. La idea es que el nuevo equipo preste la misma calidad de servicio en el mismo tiempo, pero demandando menos potencia y así consumiendo menos energía. Esto administra la Tarifa Eléctrica en el mismo sentido que el punto anterior, disminuyendo los cobros por distribución de potencia, consumo de energía e IVA.

⚡ Instalación de cargas eléctricas capacitivas

El objetivo es disminuir la multa por violación al índice mínimo de factor de potencia que es provocada por corrientes inductivas en la red eléctrica de la institución, pero también se disminuye el cobro por distribución al disminuir la potencia eléctrica suministrada. El problema se corrige disminuyendo las corrientes inductivas como efecto de desinstalar cargas eléctricas inductoras, como: Transformadores presentes en luminarias fluorescentes, en equipo ofimático y en aires acondicionados; también desinstalando motores, generadores, entre otros que necesitan inductores para su funcionamiento. Si no es posible disminuir la carga inductora la solución es instalar carga capacitiva, la cual genera una corriente capacitiva que contrarresta la corriente inductiva generadora del problema de factor de potencia y del pago de la multa.

Continúa en la siguiente página



Disminución del tiempo de uso en equipo instalado

Uso de sistemas naturales

El uso de sistemas de iluminación y climatización natural disminuye el uso en los sistemas de iluminación y climatización artificial, contribuyendo así a la administración de la tarifa eléctrica en la disminución del cobro por energía consumida. Los sistemas naturales tienen que ser incluidos desde la etapa de diseño del edificio para optimizar su gestión, justificando el costo de la inclusión de estos en la disminución del gasto de electricidad durante la vida del inmueble que es mucho mayor, además de contribuir al cuidado del medio-ambiente por la energía no consumida.

Programación electrónica del horario de funcionamiento

La programación automatizada del funcionamiento en equipos de iluminación, climatización y ofimática es otra forma de disminuir el tiempo de uso del equipo y el consumo de energía; esta disminución se vería reflejada en la factura eléctrica en el cobro por energía consumida. La programación electrónica busca esquivar los hábitos, prácticas o descuidos humanos que causan desperdicio de energía debido a una Cultura Energética desfavorable, asegurando que los equipos instalados estén apagados en horarios establecidos, aunque el personal los mantenga encendidos.

Capacitaciones sobre instalaciones Eléctricas-Electrónicas

Se capacita al personal institucional sobre el uso y funcionamiento de los sistemas de iluminación, climatización y ofimática; indicándoles el modo de usar cada sistema, además de la forma y horario de uso. Es importante capacitar a todo el personal que tenga influencia en el consumo de electricidad, empezando por empleados directivos he ir bajando en la jerarquía organizacional por empleado administrativos, docentes, hasta llegar a los estudiantes. Esto traerá beneficios no solamente en disminución del tiempo de uso del equipo, disminución del consumo y el cobro de energía; sino generación de Cultura Energética en los miembros de la comunidad universitaria.

Continúa en la siguiente página



Disminución de Otros Cobros Tarifarios

⏻ Disminución de Multas

La factura refleja que la UES-FMOcc está pagando multa por Factor de Potencia (FP) desde el año 2011. La administración de Tarifa Eléctrica pretende ahorrar el 100% del cobro de multa por FP sabiendo que para el problema la solución debe ser integral, debe trabajarse en disminuir la carga eléctrica inductiva o aumentar la carga eléctrica capacitiva (línea de acción de Instalación de Equipos), también deben crearse procesos de control para no violar nuevamente el índice mínimo de FP (línea de acción de Procesos Administrativos), debe generarse también una Cultura Energética generadora de conocimiento, prácticas y mecanismos de evasión del problema en edificios nuevos.

⏻ Disminución de Impuestos

La factura eléctrica refleja el cobro de impuestos por servicios municipales y el cobro del IVA. La administración de la Tarifa Eléctrica consiste en controlar la disminución de dichos impuestos que sería producto de la implementación de acciones que reduzcan el cobro en estos. El IVA disminuirá de manera proporcional a la disminución del cobro por distribución, del cobro por energía y del cobro por multas producto de acciones en diferentes líneas; por tanto es importante ser cuidadoso en la cuantificación del ahorro en IVA.

⏻ Disminución de Intereses

El último cobro tarifario que pretende eliminarse es el cargo de interés por mora ocasionado por pago no a tiempo del servicio de energía. En los últimos años la universidad ha pagado alrededor de US\$ 30.00 mensuales en este interés, la solución para eliminar este cobro es que la institución adopte una práctica de pago a tiempo de servicio eléctrico, para ello deben establecerse políticas y procesos de pago a tiempo.

Figura 4.109. Línea de acción 1: Administración de Tarifa Eléctrica.
Fuente: Propia.

4.4.2. Línea de acción 2: Administración de las instalaciones Eléctricas y estructurales

Línea de acción 2: Administración de Instalaciones Eléctricas- Electrónicas y Estructurales



Disminución de Potencia Eléctrica

⚡ Disminución de equipo instalado

Son las instalaciones eléctricas-electrónicas en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática los que demandan la potencia eléctrica, sea esta la potencia máxima distribuida al mes o la potencia diaria de funcionamiento en cada equipo. Por tanto, para disminuir ambos tipos de potencia se pretende desinstalar todo equipo en iluminación, climatización y ofimática cuyo funcionamiento este subutilizado, como ejemplos de subutilización están: desinstalar las luminarias que producen niveles mayores de iluminación que los necesarios para la confortabilidad, desinstalar aires acondicionados donde la demanda térmica es mucho menor que la refrigeración necesaria y desinstalar equipo ofimático donde puede hacerse uso compartido de este.

⚡ Reemplazo de tecnología obsoleta

El reemplazo de tecnología obsoleta en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática es otra forma de disminuir la potencia eléctrica. La idea es que el nuevo equipo preste la misma calidad de servicio en el mismo tiempo, pero demandando menos potencia y así consumiendo menos energía. Se planea cambiar en iluminación a tecnología LED, en ofimática a monitores LED y equipos con etiqueta Energy Star y cambiar en climatización a aires acondicionados con eficiencia EER = 4 o superior.

⚡ Instalación de cargas eléctricas capacitivas

La causa problema del bajo índice de Factor de Potencia son las cargas inductivas en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática, ya que estos equipos poseen inductores que generan corrientes inductivas que contrarrestan la corriente suministrada por la red. La solución es desinstalar las cargas inductivas en los sistemas; puede darse el caso que el reemplazo de tecnología obsoleta corrija el problema, pero si no es posible deben instalarse capacitores que contrarresten las corrientes inductivas.

Continúa en la siguiente página



Disminución del tiempo de uso en equipo instalado

Uso de sistemas naturales

Se refiere al uso de un sistema de iluminación y climatización natural que disminuya el uso del equipo instalado para iluminación y climatización artificial. Esto se logra modificando la parte estructural en los edificios desde la etapa de diseño, adecuándolo con ventanas acristaladas móviles en todas las fachadas y falsos techos translucidos en posiciones estratégicas. Entonces se planea intervenir la parte estructural en los inmuebles con acciones que corrijan o implementen sistemas de iluminación y climatización natural en los edificios de la universidad.

Programación electrónica del horario de funcionamiento

Controlar el funcionamiento de equipos instalados en iluminación, climatización y ofimática por medio de programación electrónica; disminuye tiempo de uso de este que se encuentre fuera de un horario establecido según criterios de optimización del tiempo de funcionamiento. Todo intervalo de tiempo que el equipo funcione fuera del horario óptimo se considera desperdicio eléctrico, que se evita con el control electrónico. Este tipo de control evita el descuido humano que mantiene encendido el equipo en intervalos de tiempo que no está siendo utilizado.

Capacitaciones sobre instalaciones Eléctricas-Electrónicas

También puede disminuirse el tiempo de uso del equipo instalado, capacitando al personal sobre la forma correcta en la utilización de los sistemas de iluminación, climatización y ofimática. Las capacitaciones se dirigen a toda la comunidad universitaria, incluyendo orientación de buenas prácticas en funcionamiento y uso de equipos eléctricos-electrónicos instalados, y orientación de buenas prácticas en funcionamiento y uso de sistemas naturales de iluminación y climatización instalados. La disminución en el tiempo de uso del equipo se manifiesta cuando las persona dan prioridad al uso se los sistemas naturales sobre los artificiales, y si nos es posible lo anterior utilizar los sistemas artificiales solo en el horario optimo establecido.

Continúa en la siguiente página



Disminución de Otros Cobros Tarifarios

⏻ Disminución de Multas

La administración de instalaciones eléctricas-electrónicas contribuyen a disminuir o eliminar el problema de índice bajo de Factor de Potencia (FP) y la multa asociada. Es el equipo instalado es el responsable de generar el problema de FP debido a los inductores que utilizan para su funcionamiento, entonces la solución es atacar el equipo instalado que es la causa del problema. Se tienen dos opciones: la primera es reemplazar el equipo, como la luminaria fluorescente que utiliza inductores reemplazarla por luminaria LED cuya inductancia es mucho menor; y el segundo instalar capacitores que contrarresten la inductancia electromagnética del equipo instalado.

⏻ Disminución de Impuestos

Es el equipo instalado en iluminación, climatización y ofimática el responsable directo del consumo en potencia y energía eléctrica, por tanto es también el responsable directo de cobros por el servicio y de cobros de impuestos sobre el servicio eléctrico. Se ahorra US\$ 0.13 en IVA por cada dólar que se ahorre en la disminución del consumo eléctrico en los equipos instalados, por tanto disminuir el consumo eléctrico en los sistemas de iluminación, climatización y ofimática acarrea otros beneficios como: disminución de impuestos y disminución de problemas medio-ambientales.

⏻ Disminución de Intereses

Es el cobro de intereses por pago no a tiempo del servicio eléctrico (mora). Este cobro está fuera de la administración de las instalaciones eléctricas-electrónicas y estructurales, ya que las causas del problema están en los procesos administrativos institucionales y en la cultura organizacional en cuando al financiamiento de servicios.

Figura 4.110. Línea de acción 2: Administración de instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales.
Fuente: Propia.

4.4.3. Línea de acción 3: Administración de Procesos Administrativos

Línea de acción 3: Administración de Procesos Administrativos



Disminución de Potencia Eléctrica

⚡ Disminución de equipo instalado

Se enfoca sobre los procesos administrativos que la institución debe gestionar para que la disminución del equipo instalado sea optima, es decir que los procedimientos deben estar diseñados para evaluar de manera continua el equipo subutilizado, para gestionar la desinstalación de éste en la parte legal, administrativa y operativa; y también documentar el control del objetivo perseguido en disminución de potencia eléctrica. La institución debe tener una unidad de Eficiencia Energética encargada de gestionar este tipo de procesos.

⚡ Reemplazo de tecnología obsoleta

La unidad de Eficiencia Energética debe encargarse también de gestionar el reemplazo de tecnología obsoleta. Debe diseñar los procedimientos para evaluar la obsolescencia de los sistema de iluminación, climatización y ofimática desde el enfoque del ciclo de vida, es decir, evaluar los costos incurridos durante la vida del equipo (compra + manteniendo + consumo eléctrico) y optar por el menor costo, siempre que brinde la misma calidad en el servicio; debe también gestionar la parte legal, administrativa y operativa del reemplazo; y dar seguimiento a los resultado en la disminución de la energía y potencia consumida al implementar las acciones.

⚡ Instalación de cargas eléctricas capacitivas

Debe también gestionarse la corrección del problema de índice de Factor de Potencia bajo que produce el pago de multa desde el año 2011. La solución al problema es simple, instalación de cargas eléctricas capacitivas; pero a la actualidad ya son cinco años en pago de multa y aun no se tiene planeado solucionar el problema. El obstáculo está en la administración de la universidad de la cual no se dirá más, pero deben establecerse procesos que solucionen este problema y otros similares; además debe implantar filosofía de mejora continua en Eficiencia Energética, para solucionar otros.

Continúa en la siguiente página



Disminución del tiempo de uso en equipo instalado

Uso de sistemas naturales

En cuanto a Procesos Administrativos, se refiere a dos tipos: El primero es gestionar la instalación de sistemas naturales de iluminación y climatización innovadores en todas las edificaciones construidas y por construir, como parte de políticas y normas institucionales que garanticen que la edificación sea Energéticamente Eficiente. Y el segundo es gestionar el buen funcionamiento y uso correcto de estos sistemas naturales, a medida que la comunidad sea capacitada sobre el uso de los sistemas naturales sobre los artificiales se disminuye el tiempo de funcionamiento del equipo instalado.

Programación electrónica del horario de funcionamiento

Administrativamente debe establecerse el horario de funcionamiento diario en los sistemas artificiales de iluminación, climatización y ofimática, estudiando el tiempo óptimo de funcionamiento. Este horario optimo es aquel que da prioridad primero a los sistemas naturales sobre los artificiales, por tanto mientras las condiciones naturales lo permitan se programa el apagado electrónico del equipo en este horario; pero si es necesario utilizar los sistemas artificiales se identifican intervalos donde no se utilizan, como: cierre nocturno de la institución, tiempos de descanso, entre otros, por tanto se programa el apagado de estos intervalos. Así que se gestiona dicha programación.

Capacitaciones sobre instalaciones Eléctricas-Electrónicas

Este es un punto clave en la Administración de Procesos institucionales para lograr la Eficiencia Energética. Las capacitaciones deben gestionarse de forma integral, por una parte debe capacitarse toda la comunidad universitaria (rectoría, dirección, áreas de apoyo, docentes, estudiantes y demás) según los sistemas que utilicen (iluminación, climatización y ofimática); y las capacitaciones deben orientarse a la gestión de las cuatro líneas de acción: Tarifa Eléctrica, Instalaciones Eléctricas-Electrónicas-Estructurales, Procesos Administrativos y Cultura Energética. Las capacitaciones deben adecuarse a los diferentes estratos de la comunidad universitaria.

Continúa en la siguiente página



Disminución de Otros Cobros Tarifarios

⏻ Disminución de Multas

Como se mencionó, la UES-FMOcc ya tiene cinco años consecutivos pagando multa por Factor de Potencia. Los autores de este trabajo presumen que el problema es administrativo, pues aún no se propone ninguna solución para resolverlo; aunque los beneficios son económicos, grandes e inmediatos. En la línea de acción de Procesos Administrativos se planea organizar una estructura que solucione este tipo de problemas, definiendo roles y responsabilidades de personas de diferentes unidades, como: Mantenimiento, Financiera, Ingeniería, Decanatura, entre otras que conformen un equipo Multidisciplinario que gestione soluciones.

⏻ Disminución de Impuestos

Todo está vinculado, y también se ahorra US\$ 0.13 por cada dólar que logre disminuirse el consumo por acciones correctivas que Administren los de Procesos Institucionales en función de la Eficiencia Energética, es un efecto colateral favorable de la disminución del consumo eléctrico en general. El otro impuesto a disminuir es la mora sobre impuestos por servicios municipales, según registros de la Alcaldía Municipal de santa Ana la universidad no paga sus impuestos desde el año 2000, entonces se propone que la administración enfrente esta situación.

⏻ Disminución de Intereses

Es el cobro de intereses por pago no a tiempo del servicio eléctrico (mora). La solución es simplemente pagar a tiempo el servicio de energía eléctrica, entonces administrativamente debe adoptarse una política de pago a tiempo de todas las cuentas por pagar, y gestionar a nivel orgánico el cumplimiento de la política.

Figura 4.111. Línea de acción 3: Administración de Procesos Administrativos.
Fuente: Propia.

4.4.4. Línea de acción 4: Administración de Cultura Energética

Línea de acción 4: Administración de Cultura Energética



Disminución de Potencia Eléctrica

⚡ Disminución de equipo instalado

Se planea implantar Cultura Energética en los diferentes estratos de la comunidad universitaria según sus funciones y responsabilidades. Parte de la Cultura Energética es que las personas tengan la capacidad de evaluar cuando hay equipo subutilizado en iluminación, climatización y ofimática; según el rol y responsabilidad que tenga. Habrá unos que gracias a sus conocimientos de Eficiencia Energética únicamente podrán recomendar la desinstalación de un equipo subutilizado, pero habrá otros que su responsabilidad es desinstalarlo después de una evaluación minuciosa; la Cultura Energética se verá reflejada en la cooperación de todos los autores para no tener equipo sub-utilizado en la institución.

⚡ Reemplazo de tecnología obsoleta

Igual que para el equipo sub-utilizado, la comunidad universitaria tendrá los conocimientos de Eficiencia Energética para evaluar la obsolescencia de la tecnología instalada en iluminación, climatización y ofimática mediante un análisis de costo del ciclo de vida del equipo. La otra parte del reemplazo de tecnología es el equipo nuevo de recambio, debe tenerse la práctica de evaluar entre las varias alternativas del mercado y no comprar únicamente en función de precios bajos que al final resultan caros.

⚡ Instalación de cargas eléctricas capacitivas

Es importante conocer acerca del Factor de Potencia (FP) y lo contraproducente que es tener un índice menor a 0.9 del mismo. La comunidad debe saber que tipo de equipo contribuyen a disminuir el índice de FP, también deben poder evaluar entre las alternativas del mercado los nuevos equipos que permiten mantener un valor alto del mismo. Problemas en el FP podrían aumentar alrededor del 30% la factura eléctrica, la institución debe conocer que la instalación de cargas capacitivas en la red general o parcializada en equipos inductores soluciona el problema.

Continúa en la siguiente página



Disminución del tiempo de uso en equipo instalado

Uso de sistemas naturales

Puede instalarse el mejor sistema de iluminación y climatización natural, pero si no se trabaja en las personas que lo utilizan siempre se tendrán desperdicios de energía. El hábito que debe generarse en la comunidad universitaria es dar prioridad al uso de los sistemas naturales sobre los artificiales, que estos sean conscientes de los beneficios económicos y medio-ambientales que se obtienen con esta práctica. Por tanto debe educarse al personal sobre el buen funcionamiento y uso correcto de los sistemas de iluminación y climatización natural, y educar a los tomadores de decisiones lo importante de instalar estos sistemas en los edificios construidos y por construir.

Programación electrónica del horario de funcionamiento

Se educa al personal sobre el horario en el que mantendrá un apagado automático en los equipos de iluminación, climatización y ofimática. El horario de apagado electrónico debe convenirse con toda la comunidad universitaria, dependiendo la utilización de sistemas naturales, del horario de actividad y descanso, de la práctica de la comunidad en el uso del equipo instalado; entre otros. Con el motivo de evitar todo el desperdicio de energía en este horario pero sin reducir el servicio eléctrico al personal.

Capacitaciones sobre instalaciones Eléctricas-Electrónicas

Es la parte medular de la implementación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc. Las capacitaciones deben formar de proyectos institucionales para modelar la cultura organizacional al uso eficiente de la energía eléctrica, las capacitaciones se orientan al buen funcionamiento y uso correcto de los sistemas de iluminación, climatización y ofimática tanto naturales como artificiales, abordados desde diferentes disciplinas a través de un equipo multidisciplinario. Las capacitaciones deben diseñarse según las condiciones de cada estrato de la comunidad en el uso del recurso eléctrico, no es lo mismo capacitar en eficiencia energética a los estudiantes, que a los miembros de la unidad de mantenimiento que evalúan y reparan los sistemas.

Continúa en la siguiente página



Disminución de Otros Cobros Tarifarios

⏻ Disminución de Multas

Orientado a la Cultura Energética se refiere a generar en el personal estímulos conductuales que los active a solucionar los problemas de la institución, incluidos los problemas que causan multas en el servicio eléctrico, como el Factor de Potencia (FP). Como se mencionó la multa por FP se ha pagado desde el año 2001, y todavía no existe un diagnóstico de la causa del problema ni mucho menos una solución del mismo; no se sabe si existe alguien con la responsabilidad de generar la solución, si existe alguien que le interese solucionarlo o si no existe ni siquiera interés. Lo se intenta implantar es eso, activación por solucionar los problemas aunque no sean su responsabilidad.

⏻ Disminución de Impuestos

El conocimiento es parte esencial de la cultura, y conocer los impuestos cobrados a través del servicio eléctrico contribuye a la generación de Cultura Energética. En realidad se trata del IVA que es impuesto a los productos en general y como se disminuye este impuesto ahorrando energía, la idea es que el personal sepa que si el consumo de energía disminuye a la mitad, el pago por energía se reduce a la mitad y el cobro por IVA también se reduce a la mitad. Este es una motivación extra, más en instituciones grandes donde le pago de IVA ronda varios miles de dólares mensuales.

⏻ Disminución de Intereses

Es el cobro de intereses por pago no a tiempo del servicio eléctrico (mora). Lo que se persigue es generar una práctica organizacional de pago a tiempo de cuantas por pagar, en especial aquellas que generan intereses como en pago no a tiempo del servicio eléctrico.

Figura 4.112. Línea de acción 4: Administración de Cultura Energética.
Fuente: Propia.

4.5. Acciones correctivas del plan de ahorro de energía eléctrica

La parte medular del plan son las soluciones propuestas para reparar los problemas diagnosticados en el capítulo 3. El plan se basa en sugerir alternativas que al ser implementadas pueda obtenerse ahorro en energía eléctrica, potencializando mejores formas de hacer las actividades y mejorar las condiciones en las que las personas las realizan, ya sean estas de estudio o trabajo. Las alternativas planteadas se han denominado acciones correctivas, por ser aquellas actividades que plantean corregir los problemas encontrados, dichas acciones correctivas van de acuerdo a cada línea de acción, en diferentes periodos de implementación.

Tipos de acciones correctivas según las líneas de acción del plan

Cada línea de acción soluciona una cantidad de problemas identificados en diagnósticos individuales del capítulo 3. La solución a un problema de un diagnóstico particular representa una acción correctiva de una línea de acción particular, por ejemplo: En el diagnóstico de la tarifa eléctrica se tiene el problema de Factor de Potencia bajo, la solución al problema es la acción correctiva "Instalación de bancos de capacitores" que se ubica en la línea de acción "Administración de la tarifa eléctrica". Y así se ha dividido las acciones correctivas según los problemas que resuelven dentro de las cuatro líneas de acción del plan de ahorro del consumo eléctrico para la UES-FMOcc. Estas líneas de acción son:

- Administración de la Tarifa Eléctrica.
- Administración de instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales.
- Administración de Procesos Administrativos.
- Administración del Cultura Energética.

Tipos de acciones correctivas según el tiempo de implementación

La estimación del ahorro del consumo eléctrico se calcula para 20 años comprendidos entre el intervalo 2016-2035, sin embargo el tiempo de implementación del plan es de 5 años (2016-2020), implementación de acciones correctivas y mecanismos de verificación. Los 5

años de implementación de acciones correctivas en el plan de ahorro del consumo eléctrico se dividen en los siguientes periodos.

- **Implementación de acciones en el corto plazo:** Comprende el periodo de los primeros 9 meses de implementación de acciones correctivas.
- **Implementación de acciones en el mediano plazo:** Comprende el periodo desde el sexto mes hasta el segundo año de implementación del plan.
- **Implementación de acciones en el largo plazo:** Comprende el periodo entre el año 2 y el año 5.

Debido a la división de acciones correctivas según dos criterios (líneas de acción y periodo de implementación) puede haber acciones correctivas en cada línea de acción para implementarse en el corto, mediano y largo plazo. Puede haber acciones correctivas para administrar la Tarifa Eléctrica en el corto, mediano y largo plazo, y así para las demás líneas de acción.

Las acciones correctivas reflejan lo que debe hacerse para solucionar problemas que la UES-FMOcc ha tenido por varios años y que por algún motivo no se han detectado o no se les ha prestado la atención debida, pues no se perciben como amenaza, pero si son generadoras de pérdidas económicas. Las acciones se han diseñado sabiendo que en la Facultad se tienen muchos problemas en distintos lugares que comparten la misma naturaleza, por tanto se le aplica la misma solución a través de la misma acción correctiva, es como tener una acción correctiva genérica que se aplica a todos los lugares donde existe el mismo problema. Se presentan entonces, las acciones correctivas planteadas para el plan de ahorro de energía eléctrica en la UES FMOcc.

4.5.1. Acciones correctivas par el corto plazo

Línea de acción 2: Instalaciones Eléctricas del Sistema de Iluminación

Tabla 4.162 Acción correctiva Iluminación Interna: “Sectorización de circuitos de luminarias”

Nombre de acción correctiva:	Sectorización de circuitos de luminarias
Código de la acción:	ILU-01-CP
Problema a corregir:	Sectorización inapropiada en los circuitos de las luminarias internas de la Facultad que son los causantes de malos niveles de iluminación y desperdicios de electricidad.

Descripción del problema:

Según la investigación realizada, se percibe que la sectorización inapropiada de circuitos de iluminación es uno de los problemas más comunes que se presentan en los edificios, tanto de oficinas administrativas como áreas comunes, entre aulas, laboratorios, entre otros. Con esto se tiene una fuga de energía eléctrica desperdiciada cada vez que son utilizadas las luminarias.

El desperdicio de energía por mala sectorización de circuitos en las aulas se ve reflejado en el momento de uso de estos espacios, donde comúnmente se tienen tres patrones de uso por parte de alumnos.

- **Patrón de uso 1:** En este patrón el total del aula es utilizada por los alumnos y no se presenta desperdicio de energía eléctrica, ya que es requerido que todas las luminarias estén encendidas.

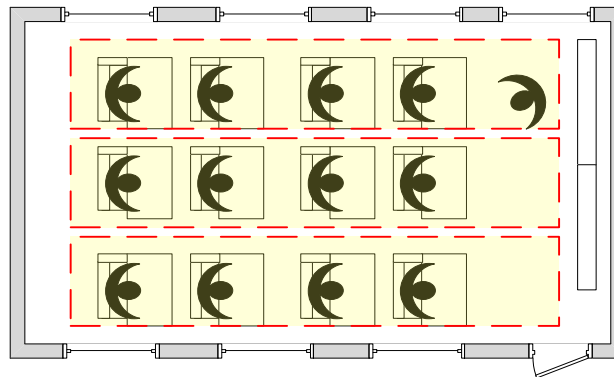


Figura 1. Patrón de uso de aulas número 1.

Fuente: Propia.

- **Patrón de uso 2:** En este patrón de uso de aulas no es utilizado el 100% del espacio iluminado, quedando pupitres sin utilizar. Aquí los alumnos se sientan cerca a la pizarra, pero por la mala sectorización de circuitos de iluminación se tiene desperdicio de energía eléctrica. El desperdicio de electricidad se manifiesta, ya que para iluminar la zona donde los pupitres son utilizados por los alumnos deben encenderse todas las luminarias del aula, como se ve en la imagen la parte de atrás del aula se ilumina sin ningún provecho.

Continúa en la página siguiente

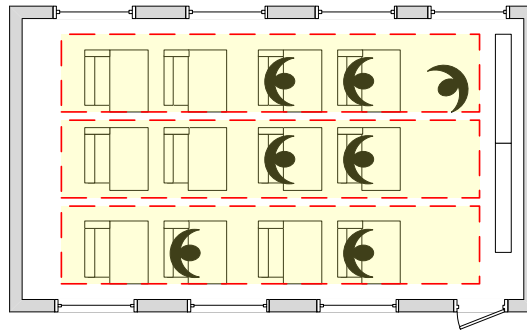


Figura 2. Patrón de uso de aula número 2

Fuente: Propia.

- **Patrón de uso 3:** Este patrón de uso del aula no es utilizado en 100% del espacio iluminado, quedando pupitres sin utilizar. Aquí los alumnos se sientan en la parte de atrás del aula lejos de la pizarra. El desperdicio de energía eléctrica se manifiesta, ya que para iluminar la zona donde los pupitres son utilizados por los alumnos deben encenderse todas las luminarias del aula, como se ve en la imagen la parte de adelante del aula se ilumina sin ningún provecho.

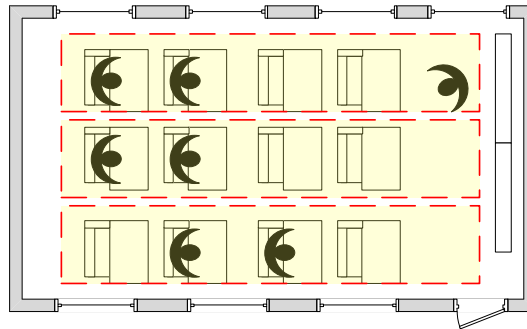


Figura 3. Patrón de uso de aulas número 3

Fuente: Propia.

Acción correctiva:

La acción correctiva de sectorización de circuitos de luminarias consiste en realizar un ordenamiento en los circuitos para iluminar zonas independientes dentro de los espacios de los edificios, que presentan características que favorecen el desperdicio de electricidad por iluminarse de manera conjunta con el mismo apagador. Se presentan tres modelos que deberán ser usados en los espacios para una sectorización eficiente, en color rojo se muestran las secciones de los circuitos y como deben ser controlados por un mismo apagador para iluminar zonas independientes unas de otras.

- **Modelo 1:** Descrito en la figura 4, aquí el patrón de los circuitos se distribuye como bloques paralelos a la pizarra, este está enfocado a aulas que presentan un nivel de iluminación aproximadamente homogéneo en todos sus puntos y que la iluminación natural no provoca mayor incidencia en los niveles de iluminación del área.

Continúa en la siguiente página

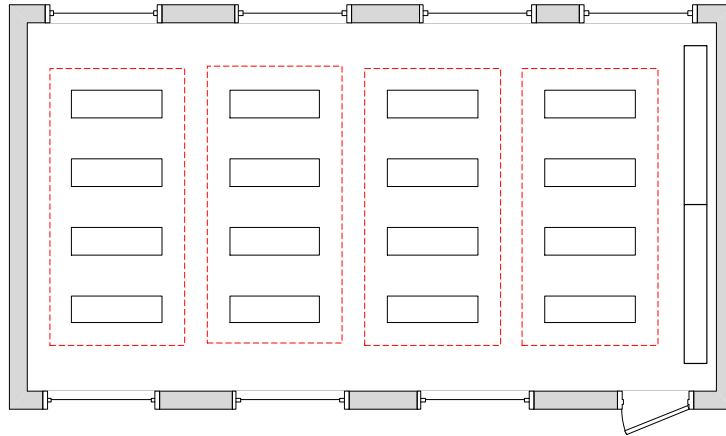


Figura 4. Modelo de sectorización de circuitos de luminarias número 1.
Fuente: Propia.

- **Modelo 2:** Manifestado en la figura 5, aquí existe un patrón mixto donde se tienen bloques paralelos a la pizarra de los circuitos controlados por apagadores independientes, pero también se tiene una sección que es paralela a las ventanas del aula como puede verse en la figura. Este patrón de conexión de los circuitos de las luminarias es con el fin aprovechar la luz natural proveniente de las ventanas.

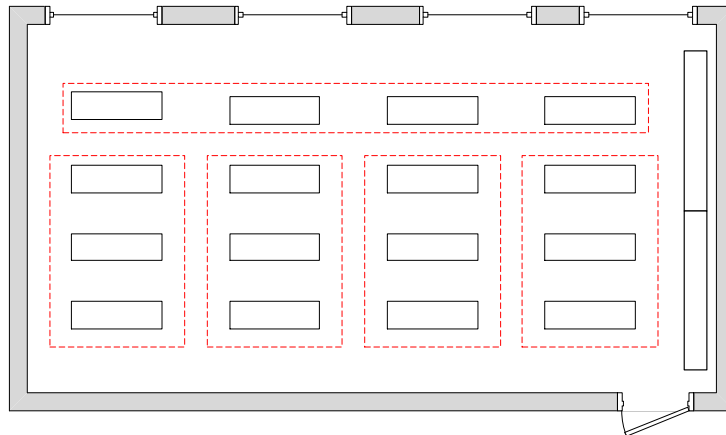


Figura 5. Modelo de sectorización de circuitos de luminarias número 2.
Fuente: propia.

- **Modelo 3:** Se propone un tercer caso, donde a criterio de las condiciones que se presentan en las áreas debe ser establecido el orden de los circuitos; como en el caso de laboratorios y oficinas, pues en función de las exigencias que se necesitan lumínicamente, así deberá ordenarse. Aquí no hay un patrón de distribución establecido.

Especificaciones de la acción:

Procedimiento de implementación

Esta acción correctiva debe ser implementada en lugares con características de desorden y patrones de desperdicio eléctrico tales como los explicados. Los lugares donde debe implementarse a acción de sectorización de circuitos de iluminación son los siguientes:

- Circuitos eléctricos de luminarias internas que presentan patrón de conexión perpendicular a la pizarra.
- Circuitos eléctricos de luminarias internas que no presentan un patrón de orden en aulas laboratorios.

Se presenta en el siguiente cursograma sinóptico del procedimiento de implementación de la acción.

Cursograma analítico:		Sectorización de circuitos					
Actividad:	Realizar cambios en los circuitos de luminarias y zonificación de estos	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➔				
Tiempo:	Según el numero de luminarias	Demora	◐				
Número de personal:	Según el numero de luminarias	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➔	◐	□	▽	Observación
1	Desmontado de losetas de cielo falso.	●					Tratado como material frágil
2	Traslado de losetas a lugar seguro.		●				Tratado como material frágil
	Corte de electricidad del área o zona	●					
3	Identificación de cajas octagonales	●					
4	Identificación de circuitos de luminarias	●					Uso del multímetro
5	Generación de plano del circuito eléctrico de luminarias	●					
6	Planificación de modificaciones en empalmes y sistema del circuito de luminarias	●					
7	Generación de nuevo plano del circuito eléctrico de luminarias modificado	●					
8	Modificación en circuito de luminarias	●					Realizar con electricidad anulada
	Inspección de el trabajo			●			
9	Traslado de losetas a lugar de trabajo.		●				Tratado como material frágil
10	Montado de losetas.	●					Tratado como material frágil
Total		9	2		1		

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

Uno de los procedimientos en el cursograma sinóptico es la identificación de los circuitos de luminarias, donde debe identificarse la distribución actual en la conexión de los circuitos de iluminación respecto a las cajas octagonales y las entradas de voltaje de estos. Lo importante de identificar es como están conectados los empalmes de luminarias dentro de las cajas ortogonales.

Continúa en la siguiente página

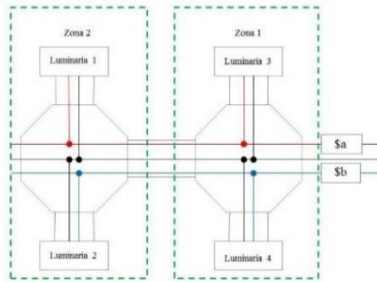


Figura 6. Circuito de luminaria
Fuente: Propia.

La figura presenta dos circuitos de luminarias internas que son utilizadas para la iluminación de dos zonas. Las zonas están punteadas a color verde que cuentan con un total de 4 luminarias para dicho fin, el funcionamiento del sistema es el siguiente:

- \$a enciende luminaria 1 y luminaria 3 (línea roja).
- \$b enciende luminaria 2 y luminaria 4 (línea azul).

El problema se manifiesta respecto a las zonas, pues para la iluminación total de un área es necesario que las cuatro luminarias estén encendidas, lo cual se percibe como la fuente de desperdicio de energía eléctrica. La propuesta de la sectorización está enfocada al ordenamiento de los circuitos, modificando las conexiones de los empalmes de las luminarias de forma tal que puede obtenerse el control de las lámparas de una zona de forma individual, para esto es necesario establecer las zonas que se desean iluminar independientemente de las demás teniendo en cuenta el tipo de actividades que se realizan en este espacio. La propuesta de las modificaciones en los empalmes se presenta en la siguiente figura.

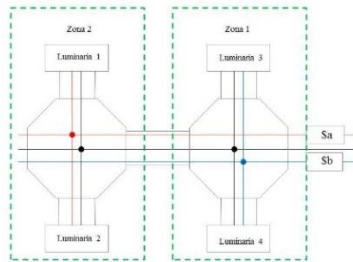


Figura 7. Circuito de luminaria
Fuente: Propia.

Para realizar esta acción correctiva es necesaria que todas las luminarias que están dentro de una misma zona preestablecida sean controladas por un mismo apagador, entonces es necesario hacer las modificaciones desde las conexiones donde empalma la luminaria y la línea de corriente. La figura muestra cómo deben realizarse las conexiones en las cajas octagonales que es de donde se encuentran las uniones entre líneas, a color negro se establece el neutro de los circuitos que viene desde la caja térmica, a color rojo y azul se representan las líneas que son interrumpidas por los apagadores \$a y \$b respectivamente. A la zona 1 le corresponden las luminarias 3 y 4 las cuales están conectadas con una de sus líneas empalmadas al neutro a color negro y la otra línea a color azul que es controlada por un solo apagador, de esta manera es iluminada solo una de las zonas.

Continúa en la siguiente página

Especificaciones de la acción:

Mediciones

Para implementar la sectorización de circuitos de iluminación es necesario realizar una serie de mediciones, éstas están enfocadas en dos ámbitos:

- Una de las mediciones está enfocada la inspección e identificación de los empalmes de las luminarias a las líneas de transmisión de la corriente eléctrica en cada uno de los circuitos. Esta medición consiste en verificar e identificar las líneas mediante la herramienta que provee el multímetro llamada continuidad, dichas mediciones deben ser realizadas por personal con conocimientos de instalaciones eléctricos residenciales.
- En el caso que sea necesario el cambio de alambrado o modificaciones que ameriten material extra, la cantidad de éste se tomara a criterio de la persona encargada de implementar la acción correctiva y deberá ser aprobado por el Coordinador de mantenimiento.

Materiales para la acción correctiva:

	Material: Alambre	Material Cinta aislante																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Especificaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medida:</td> <td>100 m THHN 14</td> </tr> <tr> <td>Precio unitario:</td> <td>\$24.10</td> </tr> <tr> <td>Proveedor:</td> <td>Pacifico Batarse</td> </tr> </tbody> </table>	Especificaciones		Medida:	100 m THHN 14	Precio unitario:	\$24.10	Proveedor:	Pacifico Batarse	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Especificaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medida:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Precio unitario:</td> <td>\$1.08</td> </tr> <tr> <td>Proveedor:</td> <td>Pacifico Batarse</td> </tr> </tbody> </table>	Especificaciones		Medida:		Precio unitario:	\$1.08	Proveedor:	Pacifico Batarse
	Especificaciones																	
	Medida:	100 m THHN 14																
Precio unitario:	\$24.10																	
Proveedor:	Pacifico Batarse																	
Especificaciones																		
Medida:																		
Precio unitario:	\$1.08																	
Proveedor:	Pacifico Batarse																	
	Material Tornillo	Material Tarugo plástico																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Especificaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medida:</td> <td>10*1</td> </tr> <tr> <td>Precio unitario:</td> <td>\$0.01</td> </tr> <tr> <td>Proveedor:</td> <td>Vidrí S. A de C. V</td> </tr> </tbody> </table>	Especificaciones		Medida:	10*1	Precio unitario:	\$0.01	Proveedor:	Vidrí S. A de C. V	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Especificaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medida:</td> <td>10*1</td> </tr> <tr> <td>Precio unitario:</td> <td>\$0.01</td> </tr> <tr> <td>Proveedor:</td> <td>Vidrí S. A de C. V</td> </tr> </tbody> </table>	Especificaciones		Medida:	10*1	Precio unitario:	\$0.01	Proveedor:	Vidrí S. A de C. V
	Especificaciones																	
	Medida:	10*1																
Precio unitario:	\$0.01																	
Proveedor:	Vidrí S. A de C. V																	
Especificaciones																		
Medida:	10*1																	
Precio unitario:	\$0.01																	
Proveedor:	Vidrí S. A de C. V																	

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornilladores	Phillips y plano	UES-FMOcc
Tenaza		UES-FMOcc
Pinzas		UES-FMOcc
Cortadora		UES-FMOcc
Navaja de electricista		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Para uso en concreto	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Continúa en la siguiente página

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuentas los siguientes criterios de seguridad, para garantizar la integridad física de los participantes de los trabajos:

- Previo al corte de empalmes y conexión de las luminarias, deberá ser responsabilidad de una persona del grupo de trabajo cortar el paso de energía eléctrica al circuito de luminarias del área o zona donde se está ejecutando la acción.
- Deberá notificarse a las áreas cercanas la interrupción de energía eléctrica en la zona, el cual podría entorpecer las actividades normales realizadas por el demás personal.
- Utilizar lentes siempre que se use el talador atornillador.

Costo unitario de implementación:

Para la implementación de esta acción correctiva que comprende en la sectorización de los circuitos se utilizan los siguientes materiales, se tienen dos casos según la cantidad de materiales:

Caso 1:

<i>4 metros de alambre THHN 14.....</i>	<i>\$0.96</i>
<i>4 tornillos 10*1.....</i>	<i>\$0.04</i>
<i>4 tarugos plásticos.....</i>	<i>\$0.04</i>
<i>Cinta aislante.....</i>	<i>\$0.05</i>
<i>Costo por cambio realizado.....</i>	<i>\$1.09</i>

Caso 2:

<i>42.8 metros de alambre THHN 14.....</i>	<i>\$10.32</i>
<i>4 tornillos 10*1.....</i>	<i>\$0.04</i>
<i>4 tarugos plásticos.....</i>	<i>\$0.04</i>
<i>Cinta aislante.....</i>	<i>\$0.05</i>
<i>Costo por cambio realizado.....</i>	<i>\$10.45</i>

Beneficios de la acción:

Se presentan los beneficios que se obtienen ante la implementación de la acción correctiva “Sectorización de circuitos de luminarias internas”.

- Disminución de la demanda térmica de la oficina o laboratorio.
- Menor consumo de electricidad por luminarias internas.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Tabla 4.163 Acción correctiva Iluminación Interna: “Montaje de apagadores”

Nombre de acción correctiva:	Montaje de apagadores
Código de la acción:	ILU-02-CP
Problema a corregir:	Desperdicio de energía eléctrica en oficinas administrativas y cubículos de docentes al no tener control individual de las lámparas de los diferentes cubículos y áreas de trabajo individual.
Descripción del problema:	
<p>Uno de los costos en la factura eléctrica es el pago de energía consumida en iluminación de espacios de los edificios, que pueden ser oficinas, laboratorios, aulas entre otros. Se ha encontrado que uno de los problemas respecto a la iluminación, es que gran cantidad de lámparas son controladas por un mismo apagador. El problema radica en que el mismo circuito controle las luminarias de distintas áreas de trabajo o cubículos, cuando debe haber independencia en el control de lámparas de cubículos individuales.</p> <p>El desperdicio de energía eléctrica se explica cuando un apagador controla las lámparas de varios cubículos de docentes y no todos los docentes se encuentran en los cubículos, entonces forzosamente se mantienen encendidas lámparas de cubículos vacíos, desperdiciando iluminación y electricidad. Una gran cantidad de luminarias controladas por un mismo apagador brinda menor control individualizado de la iluminación en espacios personales. Se describen efectos negativos por falta de control individual de lámparas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de control individual de lámparas de cubículos y zona pequeñas. • Desperdicio de energía por lámparas encendidas en lugares innecesarios. • Aumento en el costo por energía eléctrica por iluminación interna. 	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva está enfocada a que las lámparas de un cubículo o una zona pequeña sean parte de un mismo circuito controlado por un solo apagador, esto permite el control individual de la iluminación de cubículos y de zonas pequeñas. Con esta acción se pretende el montaje de apagadores en aquellos lugares donde es necesario en control individual de luminarias en cubículos y zonas pequeñas, y así evitar el desperdicio de energía por iluminación en cubículos vacíos.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación
<p>Esta acción correctiva de instalar apagadores individuales en lámparas debe implementarse en lugares siguiendo los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lugares donde el circuito de iluminación interna es controlado por un solo apagador pero que sus luminarias están distribuidas en zonas y cubículos diferentes. • Lugares donde el uso de luminarias varía según horarios de las diferentes personas que se encuentran en el espacio en cuestión. 	
Continúa en la siguiente página	

El procedimiento para instalar apagadores para individualizar circuitos de iluminación es el siguiente:

Cursograma analítico:		Seccionamiento de circuitos de iluminación					
Actividad:	Creacion de subcircuitos de iluminacion interna con su propio apagador						Operación ●
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan						Transporte ➡
Tiempo:	Según la dimensión de la acción						Demora ●
Número de personal:	Según la dimensión de la acción						Inspección ■
							Almacenamiento ▼
N	Descripción	○	➡	●	□	▽	Observación
1	Desmontado de losetas de cielo falso.	●					Tratado como material frágil
2	Traslado de losetas a lugar seguro.		●				Tratado como material frágil
3	Corte de electricidad del área o zona	●					
4	Identificación de cajas octagonales	●					
5	Identificación de circuitos de luminarias	●					Uso del multímetro
6	Generación de plano del circuito eléctrico de luminarias	●					
7	Planificación de modificaciones en empalmes y sistema del circuito de luminarias	●					
8	Generación de nuevo plano del circuito eléctrico de luminarias modificado	●					
9	Modificación en circuito de luminarias	●					Realizar con electricidad anulada
10	Montado de apagadores	●					Realizar con electricidad anulada
11	Inspección de el trabajo			●			Realizar con electricidad anulada
12	Traslado de losetas a lugar de trabajo.		●				Tratado como material frágil
13	Montado de losetas.	●					Tratado como material frágil
Total		10	2		1		

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

Ya que esta acción correctiva consiste en hacer que cada luminaria sea controlada independientemente de las demás por medio de un apagador, con el fin de que la persona que va a ser uso de la lámpara ilumine únicamente su zona de trabajo, actualmente se tiene la siguiente conexión de luminarias.

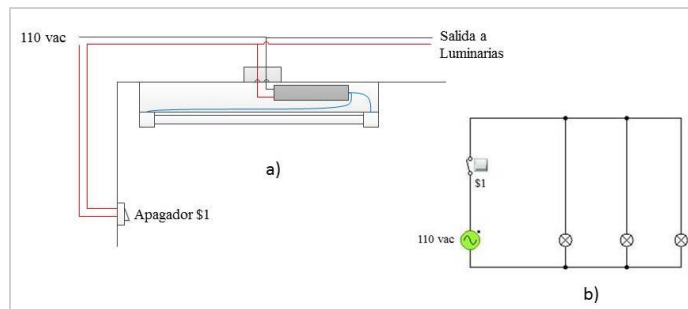


Figura 1. Conexión de luminaria dependiente. a) dibujo de luminaria, b) Circuito de luminaria Fuente: Propia.

Continúa en la siguiente página

La figura 1 muestra la forma en la que están conectadas las luminarias cuando son dependientes de un solo apagador, si la conexión ilumina varias zonas o cubículos se percibe como una fuente de desperdicio de energía eléctrica, este es el caso de algunos cubículos de docentes, oficinas, aulas, entre otros. Claramente puede observarse que el apagador \$1 es el que da el paso de corriente a las luminarias representada en la figura 1 a) con conductor color rojo.

Como acción correctiva se propone la instalación de apagadores que controlen independientemente cada luminaria en aquellas zonas donde no es necesario que un conjunto de lámparas estén encendidas a la misma vez, como el control individual de lámparas en cubículos de docentes y en oficinas de la Facultad, por tal razón se presenta la alternativa de control individual de luminarias.

Se presenta en la siguiente figura el esquema de los circuitos eléctricos para el control individual de luminarias en diferentes zonas, instalando apagadores.

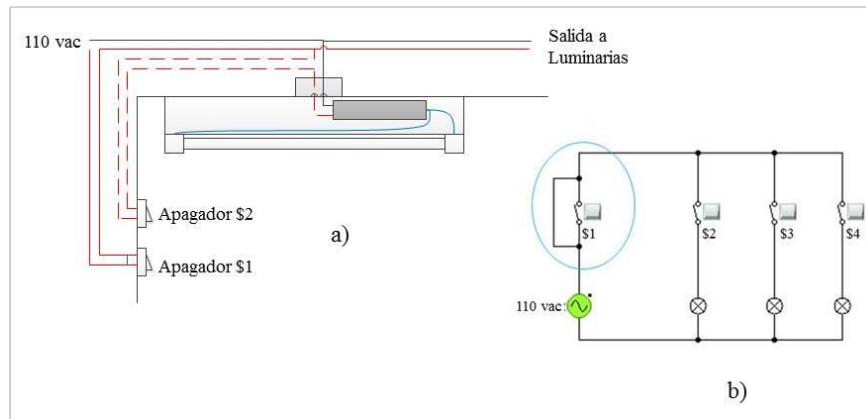


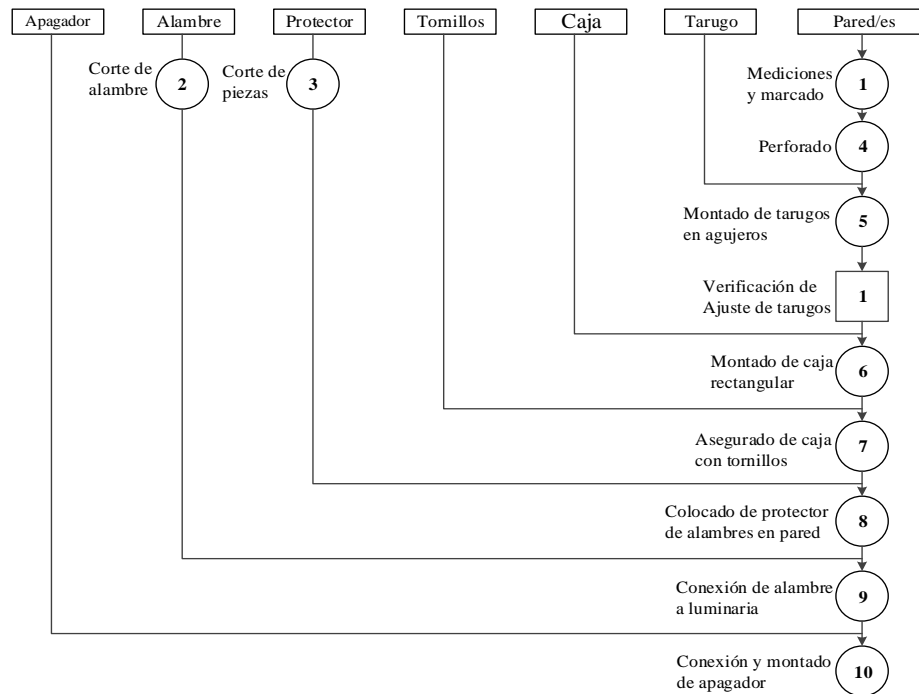
Figura 2. Conexión de luminaria dependiente. a) dibujo de luminaria, b) Circuito de luminaria Fuente: propia.

La figura 2 presenta el esquema propuesto en la instalación de apagadores para el control individual de las luminarias, y así evitar el desperdicio de energía.

- El primer paso consiste en que el apagador principal del circuito de las luminarias debe ser anulado totalmente mediante la unión de las dos terminales en este, esto se hace con un puente eléctrico hecho de conductor de cobre con el propósito de crear un circuito cerrado completo, tal y como se muestra en la figura 2 b) para el apagador (\$1), teniendo así el paso directo de la corriente a las luminarias a un voltaje de 110 voltios ac.
- Teniendo el circuito de las luminarias cerrado debe realizarse la interrupción individual de cada una de las luminarias con la colocación de apagadores conectados en serie, tal y como lo representa la figura 2 b).
- Para la conexión de los apagadores en serie debe realizarse la interrupción de energía exactamente entre el empalme de la línea de 110 V ac y el transformador de la luminaria, tal como se muestra en la figura 2 a) y de igual forma se instalan apagadores para las lámparas que se controlaran de forma individual.

Continúa en la siguiente página

Se presenta el diagrama de operaciones correspondiente a la instalación de uno de los apagadores



Materiales para la acción correctiva:

	Material: Apagador eléctrico
	Especificaciones
	Medida:
	Precio unitario: \$2.16 Proveedor: Pacífico Batarse

	Material: Alambre
	Especificaciones
	Medida: 100 m THHN 14
	Precio unitario: \$24.10 Proveedor: Pacífico Batarse

	Material: Cinta aislante
	Especificaciones
	Medida:
	Precio unitario: \$1.08 Proveedor: Pacífico Batarse

	Material: Tarugo plástico
	Especificaciones
	Medida: 10*1
	Precio unitario: \$0.01 Proveedor: Vidri S. A de C. V

	Material: Tornillos
	Especificaciones
	Medida: 10*1
	Precio unitario: \$0.01 Proveedor: Vidri S. A de C. V

	Material: Poliducto
	Especificaciones
	Medida: 1 yd * 0.5 pg
	Precio unitario: \$0.12 Proveedor: Pacífico Batarse

	Material: Caja metálica
	Especificaciones
	Medida:
	Precio unitario: \$0.35 Proveedor: Vidri S. A de C. V

Continúa en la siguiente página

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornilladores	Phillips y plano	UES-FMOcc
Tenaza		UES-FMOcc
Pinzas		UES-FMOcc
Cortadora		UES-FMOcc
Navaja de electricista		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Para uso en concreto	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc
Equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad, para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Previo al corte de empalmes y conexión de los apagadores, deberá ser responsabilidad de una persona del grupo de trabajo cortar el paso de energía eléctrica al circuito de luminarias de la zona donde se está realizando la acción.
- Deberá notificarse a las demás áreas que se suspenderá la energía en la zona o área, con lo cual podría entorpecerse las actividades normales realizadas por el demás personal.
- Todo trabajo que queda pendiente deberá tomarse en cuenta el aislamiento de todo alambre por el cual podría fluir una corriente eléctrica.

Costo unitario de implementación:

Para la implementación de esta acción correctiva que comprende el montaje de apagadores, se utilizan los siguientes materiales:

<i>1 apagador sencillo</i>	<i>\$2.16</i>
<i>1 caja rectangular</i>	<i>\$0.35</i>
<i>15 metros de alambre THHN 14</i>	<i>\$3.62</i>
<i>2 metros de poliducto de ½ pg.</i>	<i>\$0.26</i>
<i>2 tornillos 10*1</i>	<i>\$0.02</i>
<i>2 tarugos plásticos</i>	<i>\$0.02</i>
<i>Cinta aislante</i>	<i>\$0.05</i>
<i>Costo por cambio realizado</i>	<i>\$6.48</i>

Beneficios de la acción

Ante la implementación de esta acción correctiva, se presentan los beneficios siguientes:

- Mayor control de la iluminación de zonas y cubículos.
- Disminución en el consumo de energía eléctrica en concepto de iluminación interna.
- Disminución en el tiempo de luminarias encendidas

Tabla 4.164 Acción correctiva Iluminación Interna: “Distribución de luminarias”

Nombre de acción correctiva:	Distribución de luminarias
Código de la acción:	ILU-03-CP
Problema a corregir:	Luminarias ubicadas sobre paredes divisorias, por lo que no se aprovecha de manera completa la iluminación de las lámparas.

Descripción del problema:

Según investigaciones realizadas en la Facultad uno de los problemas presente en la mayoría de edificios, es la ubicación inapropiada de las luminarias, convirtiéndose esto en una fuente de mal uso y de desperdicio de energía eléctrica en iluminación, pues tener mal ubicada una luminaria implica que no se aprovecha el total de la luz que esta emite. Además de ser una fuente de desperdicio aporta a que la iluminación general de un espacio tienda a ser pobre. La figura presenta la forma en que muchas luminarias están colocadas en los techos de varios edificios de la Facultad, ubicándose sobre la pared divisoria de dos zonas, provocando que mucha de la luz que emite la lámpara no llegue directamente al lugar de trabajo donde es requerida, provocando puntos de obscuridad en los espacios.

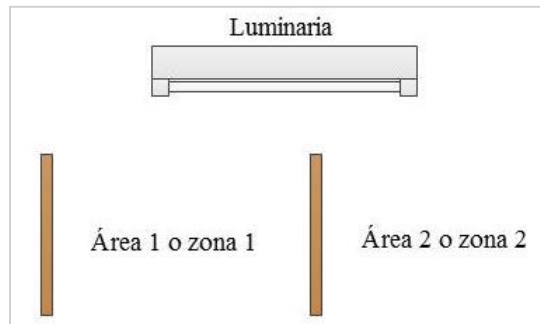


Figura 1. Posición de luminaria.
Fuente: Propia.

Acción correctiva:

La acción correctiva propuesta está enfocada a una redistribución de todas aquellas luminarias que presentan una mala ubicación respecto al centro de trabajo que deben iluminar. Para tal caso la acción dicta que todas las luminarias en oficinas administrativas y cubículos deben estar situadas en forma tal que la mayor cantidad de luz sea emitida sobre las estaciones de trabajo sin llegar al deslumbramiento.

La posición que se pretende para la ubicación de luminarias, es una en la cual se aproveche la mayor cantidad de luz que emitida por la lámpara sobre la estación de trabajo, pero respetando las normas de ergonomía visual de la persona que va a realizar sus labores con la iluminación del espacio. Se presenta en la siguiente figura el producto final de la acción correctiva.

- Si la luminaria queda frente al escritorio del centro de trabajo, esta debe estar a una distancia tal que presente un ángulo entre 30 a 45 grados para evitar cualquier tipo de deslumbramiento.

Continúa en la siguiente página

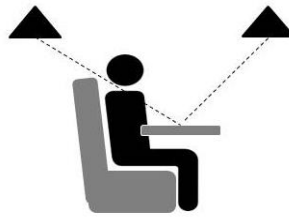


Figura 2. Posición de luminaria en centro de trabajo, caso 1.

Fuente: Propia.

- En el caso que se presenten más luminarias, estas deben estar situadas a los costados del centro de trabajo con el fin de evitar cualquier tipo de sombra sobre la superficie en la que se realizan las actividades. Esto puede darse tanto para oficinas como para aulas.

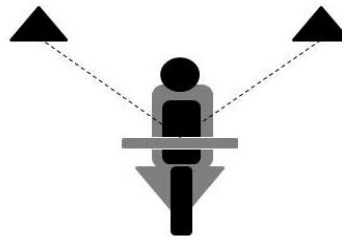


Figura 3. Posición de luminaria en centro de trabajo, caso 2.

Fuente: Propia.

La Facultad tiene edificios con diferencias estructurales, el techo no es del mismo tipo para todos los salones y tampoco la forma en que las luminarias son aseguradas en los diferentes techos. En consecuencia se presentan los distintos casos sobre cómo están instaladas las luminarias, ya que según caso se deberá diseñar un procedimiento de cambio de ubicación. La imagen presentan los tres casos posibles.

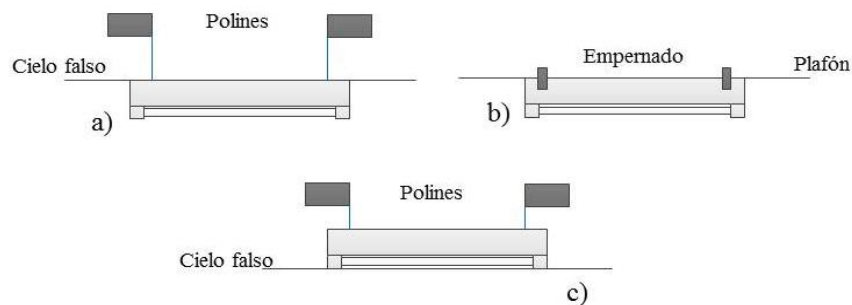


Figura 4. Posición de luminaria en cielo falso o plafón.

Fuente: Propia.

- **Caso 01:** El primero de los casos corresponde a aquellas luminarias que están situadas por debajo del cielo falso, la forma en que estas son fijadas es mediante tensores que van desde el armazón de la luminaria hasta los polines de la estructura del edificio que sostienen el techo, tal como lo presenta la figura 4 a).

Continúa en la siguiente página

- **Caso 02:** Para el segundo caso la luminaria está empernada al plafón del edificio, y las conexiones eléctricas se instalan mediante poliducto en el interior de la losa de hormigón que sirve de techo, tal como se muestra en la figura 4 b).
- **Caso 03:** En el tercer caso las luminarias están por encima del cielo falso, estas son aseguradas en los cruceros de la estructura que sostiene las losetas así como los polines del edificio. Como lo muestra la figura 4 c).

Especificaciones de la acción:

Procedimiento de la acción

Puesto la acción correctiva presenta tres posibles escenarios de implementación según los diferentes techos en los edificios, se diseñan tres procedimientos según las características de cada uno de los casos. Estos se presentan mediante los siguientes cursogramas analíticos.

Caso 01

El procedimiento para el cambio de ubicación de luminarias situadas bajo techo falso (figura 4ª), se presenta en el siguiente cursograma analítico.

Cursograma analítico:		Redistribución de luminaria caso 01					
Actividad:	Reacomodar las luminarias en los espacios de edificios para que no sean compartidos entre áreas y zonas	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el numero de luminarias	Demora	◐				
Número de personal:	Según el numero de luminarias	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Desmontar tubos fluorescentes de luminarias	●					Tratado como material frágil
2	Llevar tubos a lugar seguro		➡				Tratado como material frágil
3	Desmontar losetas de cielo falso	●					Tratado con manos limpias
4	Llevar losetas a lugar seguro		➡				
5	Verificación de forma de asegurado de luminaria					●	Realizar con electricidad anulada
6	Corte y aislado de empalme de luminaria	●					
7	Desmontado de caja de luminaria	●					
8	Extensión de líneas de alimentación y protección de alambre	●					
9	Montaje y asegurado de caja de luminaria	●					
10	Conexión de empalme de luminaria	●					Realizar con electricidad anulada
11	Inspección de conexión de empalme					●	
12	Llevar losetas a lugar de trabajo		➡				
13	Llevar tubos a lugar de trabajo		➡				Tratado como material frágil
14	Colocado de losetas de cielo falso	●					Tratado con manos limpias
15	Colocado de tubos fluorescentes	●					Tratado como material frágil
Total		9	4	0	2	0	

Continúa en la siguiente página

Caso 02

El procedimiento para el cambio de ubicación de luminarias empernadas a un plafón (figura 4b), se presenta en el siguiente cursograma analítico.

Cursograma analítico:		Redistribución de luminaria caso 02					
Actividad:	Reacomodar las luminarias en los espacios de edificios para que no sean compartidos entre áreas y zonas	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el numero de luminarias	Demora	◐				
Número de personal:	Según el numero de luminarias	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Desmontar tubos fluorescentes de luminarias	●					Tratado como material frágil
2	Llevar tubos a lugar seguro		➡				Tratado como material frágil
3	Desmontado de pantalla de luminaria	●					
4	Corte y aislado de empalme de luminaria	●					Realizar con electricidad anulada
5	Desatornillado de caja de luminaria	●					
6	Llevar caja y pantalla a lugar seguro		➡				
7	Marca de surco en plafón	●					
8	Perforado de plafón	●					
9	Montado de poliducto y alambre	●					
10	Montado de caja hexagonal	●					
11	Rellenado de plafón	●					
12	Secado de cemento			●			
13	Conexión a líneas de corriente	●					Realizar con electricidad anulada
14	Inspección de conexión					●	
15	Cierre de caja hexagonal	●					
16	Perforado de plafón y montaje de tarugos	●					
17	Llevar caja a lugar de trabajo		➡				
18	Montado de caja de luminaria	●					
19	Conexión a transformador de luminaria	●					Realizar con electricidad anulada
20	Inspección de conexión					●	
21	Llevar pantalla a lugar de trabajo		➡				
22	Montado de pantalla	●					
23	Llevar tubos a lugar de trabajo		➡				Tratado como material frágil
24	Colocado de tubos fluorescentes	●					Tratado como material frágil
Total		15	5	1	2	0	

Continúa en la siguiente página

Caso 03

El procedimiento para el cambio de ubicación de luminarias encima del falso techo (figura 4c), se presenta en el siguiente cursograma analítico.

Cursograma analítico:		Redistribución de luminaria caso 03					
Actividad:	Reacomodar las luminarias en los espacios de edificios para que no sean compartidos entre áreas y zonas	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el numero de luminarias	Demora	◐				
Número de personal:	Según el numero de luminarias	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Desmontar tubos fluorescentes de luminarias	●					Tratado como material frágil
2	Llevar tubos a lugar seguro		➡				Tratado como material frágil
3	Desmontar losetas de cielo falso	●					Tratado con manos limpias
4	Llevar losetas a lugar seguro		➡				
5	Verificación de forma de asegurado de luminaria					●	
6	Corte y aislado de empalme de luminaria	●					Realizar con electricidad anulada
7	Desmontado de caja de luminaria	●					
8	Extensión de líneas de alimentación y protección de alambre	●					
9	Montaje y asegurado de caja de luminaria	●					
10	Conexión de empalme de luminaria	●					Realizar con electricidad anulada
11	Inspección de conexión de empalme					●	
12	Llevar losetas a lugar de trabajo		➡				
13	Llevar tubos a lugar de trabajo		➡				Tratado como material frágil
14	Colocado de losetas de cielo falso	●					Tratado con manos limpias
15	Colocado de tubos fluorescentes	●					Tratado como material frágil
Total		9	4	0	2	0	

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

Para los casos 01 y 03 el tendido de los circuitos eléctricos de luminarias esta entre el techo del edificio y el cielo falso, donde el punto de cual salen los alambres que empalman con las luminarias esta situadas en las cajas octagonales. En cuanto el cableado que debe realizarse para cambiar de lugar una luminaria en las condiciones anteriores desde la caja octagonal debe empalmarse los alambres extendidos hasta la posición donde es requerida la luminaria. En tal se tiene el ejemplo en la figura donde se presenta las dos posiciones de una misma luminaria.

Continúa en la siguiente página

Caso 01 y 03

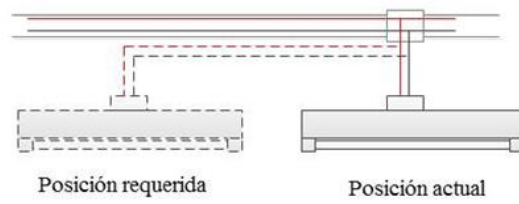


Figura 5. Posición apropiada de luminaria en falso techo.
Fuente: Propia.

Para el caso 02, cuando las luminarias que se desean cambiar de posición están bajo un plafón y todo el tendido de los circuitos de iluminación está en poliductos entre el concreto de la losa de hormigón, además las salidas donde empalman las luminarias están en cajas octagonales también empotradas en el concreto. El cusograma analítico del caso 02 indica las operaciones de perforado de plafón, montaje de poliducto y caja octagonal. El producto terminado de esto deberá ser como se muestra en la figura siguiente: la línea color azul punteada representa la caja octagonal con el poliducto a modo de prolongar ésta desde la posición inicial a la requerida los alambres de la luminaria.

Caso 02

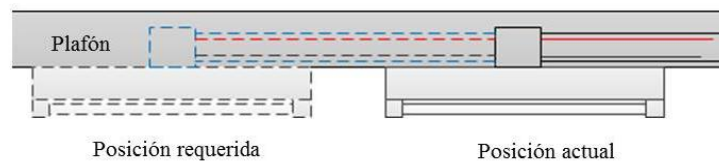


Figura 6. Posición apropiada de luminaria en plafón.
Fuente: Propia.

Especificaciones de la acción:

Mediciones

Para mover de un sitio a otro una luminaria es necesario tomar en cuenta la distancia a la que será situada, ya que esto implica el uso de recursos materiales en aspectos de conexión cuya cantidad depende de la distancia del cambio, por tal razón se presentan las distancias que deben ser tomadas para el traslado de la luminaria.

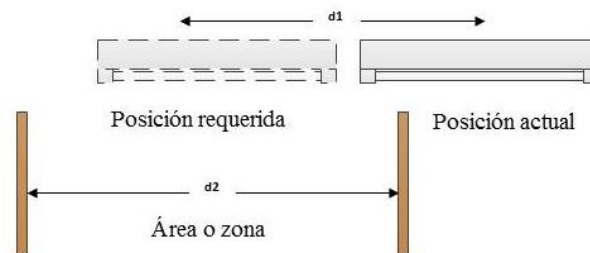


Figura 7. Distancia apropiada para ubicación de luminaria
Fuente: Propia.

Continúa en la siguiente página









Distancias

En referencia a la figura anterior que muestra con línea punteada la posición en la que es requerida la luminaria que tenía una mala ubicación, se visualizan dos distancias que deben medirse por el equipo encargado de realizar la acción correctiva.

- **d1:** Distancia medida desde el empalme de la posición actual de la luminaria hasta el lugar donde será requerida la luminaria.

d2: Distancia de la zona que será requerida para la distribución de las luminarias.

Materiales para la acción correctiva:

	Material: Tornillos		Material Alambre
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida: 10*1		Medida: 100 m THHN 14
	Precio unitario: \$0.01		Precio unitario: \$24.10
	Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Proveedor: Pacífico Batarse
	Material Cinta aislante		Material Poliducto
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida:		Medida: 1 yd * 0.5 plg
	Precio unitario: \$1.08		Precio unitario: \$0.12
	Proveedor: Pacífico Batarse		Proveedor: Pacífico Batarse
	Material Tarugo plástico		Material Alambre de amarre
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida: 10*1		Medida: 1 metro
	Precio unitario: \$0.01		Precio unitario: \$0.56
	Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Proveedor: Vidrí S. A de C. V
	Material Caja Octagonal		Material Placa ciega
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida:		Medida:
	Precio unitario: \$0.35		Precio unitario: \$0.25
	Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornillador	Phillips y plano	UES-FMOcc
Cinta métrica		UES-FMOcc
Tenaza	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Pinzas	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Cortadora de alambre	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Continúa en la siguiente página

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Previo al corte de empalmes y conexión de los apagadores deberá ser responsabilidad de una persona del grupo de trabajo interrumpir el paso de energía eléctrica al circuito de luminarias de la zona donde se está implementando la acción.
- Deberá notificarse a las áreas cercanas que se realizara una interrupción de energía en la zona, con el cual podría entorpecerse las actividades normales realizadas por el demás personal.
- Todo trabajo que queda pendiente deberá tomarse en cuenta el aislamiento de todo alambre por el cual podría fluir una corriente eléctrica.

Costo unitario de implementación:

Para el caso 1 se calcula el costo unitario por cambio realizado, este incluye los siguientes materiales:

<i>4 metros de alambre THHN 14.....</i>	<i>\$0.96</i>
<i>2 metros de poliducto de ½ pg.....</i>	<i>\$0.26</i>
<i>1 caja octagonal.....</i>	<i>\$0.35</i>
<i>Cinta aislante.....</i>	<i>\$0.05</i>
<i>Alambre de amarre.....</i>	<i>\$0.10</i>
<i>Costo por cambio realizado en caso 1.....</i>	<i>\$1.72</i>

Para el caso 2 se calcula el costo unitario por cambio realizado, se utilizan los siguientes materiales:

<i>4 metros de alambre THHN 14.....</i>	<i>\$0.96</i>
<i>2 metros de poliducto de ½ pg.....</i>	<i>\$0.26</i>
<i>1 caja octagonal.....</i>	<i>\$0.35</i>
<i>1 placa ciega.....</i>	<i>\$0.25</i>
<i>4 tornillos 10*1.....</i>	<i>\$0.04</i>
<i>4 tarugos plásticos.....</i>	<i>\$0.04</i>
<i>Cinta aislante.....</i>	<i>\$0.05</i>
<i>Costo por cambio realizado en caso 2.....</i>	<i>\$1.95</i>

Para el caso 3 por cambio realizado se calcula en base a los materiales utilizados, para este caso se utilizan:

<i>4 metros de alambre THHN 14.....</i>	<i>\$0.96</i>
<i>2 metros de poliducto de ½ pg.....</i>	<i>\$0.26</i>
<i>1 caja octagonal.....</i>	<i>\$0.35</i>
<i>Cinta aislante.....</i>	<i>\$0.05</i>
<i>Alambre de amarre.....</i>	<i>\$0.10</i>
<i>Costo por cambio realizado en caso 3.....</i>	<i>\$1.72</i>

Beneficios de la acción

Ante la ejecución de acción correctiva, se presentan los beneficios siguientes:

- Mejoramiento de los niveles de iluminación en espacios que presentan valores menores a 500 luxes.
- Disminución del consumo de energía eléctrica en concepto de iluminación interna.
- Disminución de la factura eléctrica por iluminación.

Tabla 4.165 Acción correctiva Iluminación Interna: “Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED”

Nombre de acción correctiva:	Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED
Código de la acción:	ILU-04-CP / ILU-01-LP
Problema a corregir:	Desperdicios de energía eléctrica por iluminación con tubos fluorescentes en largos periodos de tiempo, cuando existen tecnologías con mayor eficiencia energética en el mercado.
Descripción del problema:	
<p>La Facultad posee algunos espacios donde es necesario el uso de la iluminación LED para lograr disminuir el consumo de energía eléctrica, ya que estos espacios utilizan lámparas fluorescentes las cuales permanecen encendidas por largos periodos de tiempo. Se describen los efectos negativos del problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja eficiencia de iluminación en la relación Rendimiento/Costo. • Disminución del índice de factor de potencia por balastos de luminaria fluorescente. • Aumento en el consumo de energía por iluminación interna. • Aumento de la factura eléctrica por consumo de energía en iluminación interna. 	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva está enfocada en realizar un cambio en la tecnología utilizada en torno a la iluminación que es utilizada en la Facultad, donde este cambio está proyectado al uso de luminarias de tipo LED. Ante un cambio de los tubos de las luminarias fluorescentes por los de tipo LED se tendría una disminución en más del 40% en la carga instalada por iluminación interna y por tanto una importante disminución en el consumo de energía eléctrica.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación
<p>Esta acción correctiva está enfocada a la mejora de la iluminación en algunos espacios de la Facultad, en un primer plano se debe tener prioridad de implementar la acción en aquellos lugares que presentan las siguientes características.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacios internos donde es necesario que las luminarias estén encendidas por largos periodos de tiempo. • Lugares de la Facultad donde se tiene sistema de climatización con aire acondicionado. <p>Se pretende cambiar progresivamente toda luminaria fluorescente con que cuenta la UES FMOcc a lámparas con tecnología de iluminación LED.</p> <p>Se presenta en el siguiente cursograma el procedimiento de cambio de tubos Fluorescentes por LED.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Cambio de tubos LED					
Actividad:	Modificación de luminarias para el cambio de tubos fluorescentes por LED						Operación ●
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan						Transporte ➡
Tiempo:	Según la dimensión de la acción						Demora ●
Número de personal:	Según la dimensión de la acción						Inspección ■
							Almacenamiento ▼
N	Descripción	○	➡	●	■	▼	Observación
1	Identificación de luminaria						
2	Desmontado de tubos fluorescentes	●					
3	Traslado de tubos fluorescentes a lugar seguro			●			Tratado como material frágil
4	Asegurado de tubos fluorescentes	●					Tratado como material frágil
5	Desmontado de pantalla de Luminaria	●					
6	Modificación de circuito dentro de la luminaria	●					
7	Inspección de la modificación				■		
8	Montaje de pantalla de luminaria	●					
9	Montaje de tubos LED	●					Tratado como material frágil
10	Prueba de funcionamiento						
Total		6	1			3	

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

A la fecha en que fue realizado el estudio de iluminación de las zonas que componen los edificios de la Facultad, se pudo constatar que la mayor parte de luminarias con que se cuenta es de tipo fluorescente a 32 W T8 y a 40 W T12 los cuales se conectan tal como se muestra a continuación:

Luminaria Fluorescente con cebador

Para las luminarias con tubos de 40 Watts internamente está conectada como se presentan en la figura, para este caso es necesario el uso de un cebador para el encendido, y es usado un transformador inductivo. Este es aplicable para luminarias que utilizan desde 1 a 4 tubos.

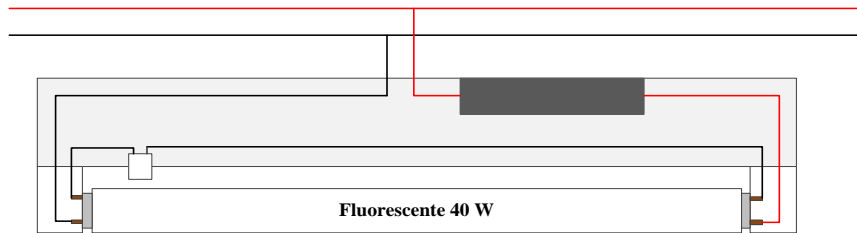


Figura 1. Luminaria fluorescente con cebador.
Fuente: Propia.

Continúa en la siguiente página

Los datos técnicos del tubo son de 40 Watts se presentan:

- Marca: Sylvania
- Temperatura de color: 6500
- Lumens: 1700
- Tipo Lámpara T8 (Tubular)
- Watts: 40 W
- G13

Luminaria Fluorescente con Transformador electrónico

Este tipo de luminaria es de 32 Watts, para este caso se presenta igual que la conexión al interior, pero sin cebador. Puede verse que cuenta con un transformador de tipo electrónico. Este tipo de luminaria es aplicable para el uso de entre 1 a 4 tubos.

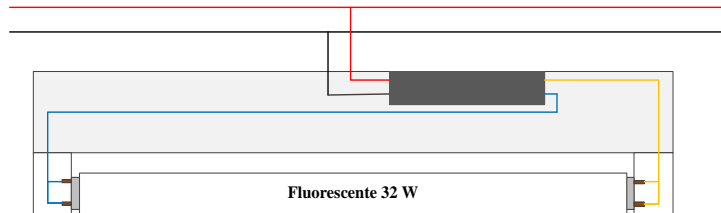


Figura 2. Luminaria fluorescente con transformador.
Fuente: Propia.

Los datos técnicos del tubo de 32 Watts se presenta:

- Marca: Sylvania
- Temperatura de color: 6500
- Lumens: 2500
- Tipo Lámpara T8 (Tubular)
- Watts: 32 W
- G13

Luminaria LED

La acción correctiva propone el uso de tubos LED en las luminarias de la Facultad, las modificaciones que deben realizarse a las luminarias son con respecto al desmontaje de transformadores y cebadores, ya que este tipo de tecnología es tal que no es necesario estos componentes. La forma de conexión de los tubos LED se presenta en la siguiente figura.

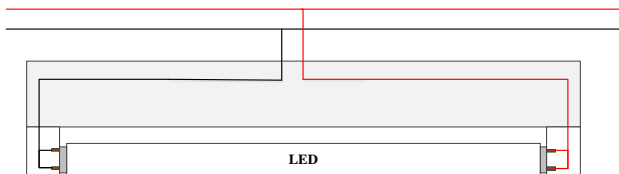




Figura 3. Luminaria LED.
Fuente: Propia.

Continúa en la siguiente página

Los datos técnicos del tubo son:

- Marca: Sylvania
- Temperatura de color: 6500
- Lumens: 1800
- Tipo Lámpara T8 (Tubular)
- Watts: 18 W
- G13

Materiales para la acción correctiva

Material: Lámpara LED T8 		Material: Cinta aislante 	
Especificaciones		Especificaciones	
Medida:	T8	Medida:	
Precio unitario:	\$9.99	Precio unitario:	\$1.08
Proveedor:	Soluciones LED	Proveedor:	Pacifico Batarse

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornillador	Phillips y plano	UES-FMOcc
Tenaza	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Cortadora	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Pinzas	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuentas los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes de los trabajos:

- Debe ser obligatorio el uso del equipo de protección personal mínimo especificado para realizar la acción correctiva.

Costo unitario de implementación

Para el reemplazo de lámparas fluorescentes por lámparas LED se tiene el costo unitario por acción.

<i>Lámpara LED T8</i>	<i>\$9.99</i>
<i>Costo por cambio realizado</i>	<i>\$9.99</i>

Beneficios de la acción:

Se presentan los beneficios que puede ser percibidos ante la implementación de esta:

- Disminución del consumo eléctrico en las áreas con el cambio de luminarias.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Tabla 4.166 Acción correctiva Iluminación Interna: "Cambio de lámparas internas"

Nombre de acción correctiva:	Cambio de lámparas internas averiadas
Código de la acción:	ILU-05-CP
Problema a corregir:	La problemática se enfoca a aquellas luminarias que no poseen lámparas o que las lámparas que posee estén averiadas en espacios como aulas, oficinas y edificios de la Facultad.

Descripción del problema:

El problema de iluminación interna por lámparas averiadas trae una serie de inconvenientes al momento en que quiere trabajarse en las diferentes áreas de la Facultad. Se describen en seguida:

- Bajo nivel de iluminación.
- Baja visibilidad al interior del edificio.
- Aumento del consumo eléctrico por iluminación.

Acción correctiva:

El cambio de lámparas internas averiadas es la solución planteada para la acción correctiva, el cambio de lámparas consiste en colocar lámparas nuevas en las luminarias que no las poseen o el cambio de éstas en las luminarias que si poseen lámparas averiadas.

Especificaciones de la acción:

Procedimiento implementación

La acción correctiva implica la ejecución de todos los pasos en el procedimiento diseñado para la colocación de lámparas que requieren ser reemplazadas.

El procedimiento de cambio de lámparas internas se describe en el siguiente cursograma analítico.

Cursograma analítico:		Cambiar lámparas internas					
Actividad:	Colocación de lámparas en buen estado en las luminarias que no posean lámparas o que tengan lámparas arruinadas						Operación ●
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan						Transporte ➡
Tiempo:	Según el número de lámparas en el área						Demora ◐
Número de personal:	Según el número de lámparas en el área						Inspección ■
							Almacenamiento ▼
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Asegurarse que el interruptor esté apagado				●		
2	Desmontar lámparas de luminarias	●					Tratado como material frágil
3	Trasladar lámparas a un lugar seguro		●				Tratado como material frágil
4	Colocar lámparas en luminarias	●					Tratado como material frágil
5	Revisar que la lámpara esté bien colocada				●		
Total		2	1	0	2	0	

Continúa en la siguiente página


Las lámparas a las que debe aplicarse la acción correctiva son las que cumplan con los siguientes criterios:

- Lugares donde por la naturaleza de las actividades que se realizan es necesario una buena iluminación, pudiendo ser aulas, oficinas, cubículos y demás áreas de la Facultad.

Ante cualquier modificación del procedimiento debe informarse al Coordinador de mantenimiento.

El tiempo de realización del procedimiento dependerá de las dimensiones del trabajo a realizar, según el número de luminarias que posea el lugar que deban ser tratadas.

Materiales para la acción correctiva:

	Material:	Lámpara fluorescente T8
		Especificaciones
	Medida:	T8
	Precio unitario:	\$0.98
	Proveedor:	Pacifico Batarse

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Escalera	Tipo tijera	UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuentas los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Debe ser obligatorio el uso del equipo de protección personal mínimo especificado para realizar la acción correctiva.

Costo unitario de implementación:

La ejecución de esta acción correctiva comprende la colocación de lámparas en lugares que carecen de iluminación, se tiene el costo unitario por acción:

<i>Lámpara fluorescente T8</i>	<i>\$0.98</i>
Costo por cambio realizado	\$0.98

Beneficios de la acción:

La implementación de esta acción correctiva de presentan los beneficios siguientes:

- Aumento de los niveles de iluminación en zonas donde no se tiene lámparas en buen estado.
- Disminución del consumo eléctrico por iluminación.

Tabla 4.167 Acción correctiva Iluminación Externa: “Cambio de iluminación externa por LED”

Nombre de acción correctiva:	Cambio de iluminación externa por LED
Código de la acción:	ILU-06-CP
Problema a corregir:	Excesivo consumo energético producido por demasiada potencia demandada por iluminación externa incandescente y deficiente iluminación producida por la misma.
Descripción del problema:	
<p>La UES-FMOcc cuenta para su iluminación externa con diferentes tipos de luminaria entre las cuales se encuentran focos de mercurio, haluro metálicos, ahorradores, entre otros; estos tienen potencias de funcionamiento que van desde 175 watts para el más bajo hasta 250 watts para el más alto, la luminaria externa actual posee una carga instalada que no solamente genera diariamente un consumo alto de energía eléctrica, sino que también arroja niveles muy bajos de iluminación que cumplen de manera eficiente las expectativas para las cuales fue instalada.</p> <p>Se resumen los efectos negativos del problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta potencia en watts de la luminaria (watts). • Bajos niveles de iluminación que generan un tránsito vehicular y peatonal deficiente, con riesgo de accidentes producidos por baja visibilidad. • Aumento en los niveles de inseguridad nocturnos de la UES-FMOcc. • Mayor consumo de electricidad por el sistema actual de iluminación. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores. 	
Acción correctiva:	
<p>Esta acción correctiva está enfocada en realizar un cambio de la luminaria que se tiene actualmente en las áreas externas de la FMOcc, la luminaria situada en los postes que iluminan los alrededores de la UES serán reemplazados por Lámparas LED E27/E40 de 36 watts, esta Lámpara LED diseñada para las farolas omnidireccionales son utilizadas en parques, plazas, paseos y calles céntricas. Este reemplazo de luminaria tiene como objetivo primordial minimizar los costos elevados de energía eléctrica y contribuir con la misma acción en el incremento de los niveles de iluminación.</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>La acción se pretende implementar en todos los postes cuya luminaria se presentan y describen en las tablas 3.96 y 3.97.</p> <p>La instalación de la luminaria es sencilla y el procedimiento se describe mediante el siguiente cursograma sinóptico.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Luminaria Externa					
Actividad:	Realizar cambios de luminarias externas en ciertas áreas de la facultad	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el numero de luminarias	Demora	◐				
Número de personal:	Dos personas	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Verificar el estado del poste				●		
2	Colocar escalera en el poste	●					
3	Verificar estabilidad de la escalera				●		
4	Proceder a ascender	●					Realizado con mucha precaución
5	Asegurar escalera al poste	●					
6	Colocarse a una distancia prudente de las líneas de MT	●					
7	Aislar el circuito de la luminaria, desconectando la acometida (cable NLT) de la luminaria en su conexión a la red	●					Realizar con electricidad anulada
8	Cambiar la luminaria	●					Tratado como material frágil
9	Alinear la orientación de la luminaria	●					Tratado como material frágil
10	Realizar conexiones a la red de la luminaria y su fusible de protección	●					Realizar con electricidad anulada
11	Verificar el funcionamiento y la correcta instalación de la luminaria				●		
12	Quitar seguro de la escalera	●					
13	Proceder a descender	●					Realizado con mucha precaución
Total		10	0	0	3		

La luminaria que debe ser elegida para realizar en ella la acción correctiva presente, son aquellas que deben cumplir los siguientes criterios:

- Lugares donde se tenga el tipo de luminaria externa.
- Áreas donde se encuentren postes sub-utilizados.
- Lugares donde los niveles de iluminación son deficientes y por seguridad e importancia (tránsito peatonal) de los mismos necesitan mejor iluminación.

Ante cualquier modificación del procedimiento debe informarse al Coordinador de mantenimiento.

Materiales para la acción correctiva

Material:	Luminaria armada	Material:	Cable THHN
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida: 36 w		Medida: 100 m THHN 12
	Precio unitario: \$89.02		Precio unitario: \$34.92
	Proveedor: Soluciones LED		Proveedor: Pacifico Batarse

Continúa en la página siguiente

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Alicate	Corte para electricista	UES-FMOcc
Alicate	Universal para electricista	UES-FMOcc
Alicate	Presión para electricista	UES-FMOcc
Alicate	Pinza para electricista	UES-FMOcc
Llave francesa	Ajustable de 8" para electricista	UES-FMOcc
Llaves de boca		UES-FMOcc
Ensanchadora para cinta	Fleje de acero	UES-FMOcc
Destornilladores	Planos y estrella	UES-FMOcc
Sogas de servicio	10m – 15m	UES-FMOcc
Navaja	Pela cables para electricista	UES-FMOcc
Llaves hexagonales		UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Escalera	Fibra de vidrio de 2 cuerpos	UES-FMOcc
Pinza amperimétrica		UES-FMOcc
Probador de tensión		UES-FMOcc
Probador de ignitorres		UES-FMOcc
Equipo para medir altura		UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Cinturón de seguridad	Doble línea de vida	Personal
Arnés		Personal
Guantes dieléctricos	MT y BT	Personal
Guantes de cuero		Personal
Zapatos de seguridad dieléctricos	Con punta de seguridad de fibra (15-22.9kV)	Personal
Ropa de seguridad ceñida		Personal
Casco de seguridad dieléctrico		Personal
Lentes de seguridad		Personal
Careta protectora		Personal

Criterios de seguridad:

Para la ejecución de la acción correctiva deben tomarse en cuenta el siguiente criterio de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes del trabajo:

- Debe ser obligatorio el uso del equipo de protección personal mínimo especificado para realizar la acción correctiva presentada anteriormente.

Costo unitario de implementación:

La implementación de la acción correctiva tiene el costo unitario por acción.

<i>1 Foco LED de 36 w.....</i>	<i>\$89.02</i>
<i>4 metros de alambre THHN 12.....</i>	<i>\$ 1.40</i>
<i>Costo de la acción.....</i>	<i>\$90.42</i>

Beneficios de la acción:

Con la ejecución de la acción correctiva se perciben los siguientes beneficios:


- Mejorar el tránsito vehicular, peatonal y la seguridad mediante el incremento de los niveles de iluminación.
- Esta lámpara, al no requerir balastro no se genera potencia reactiva, ahorrando hasta un 85% de energía.
- Más de 50,000 horas de vida útil suponen un enorme ahorro económico en mantenimiento


Tabla 4.168 Acción correctiva iluminación natural: “Colocación de ventanas”


Nombre de acción correctiva:	Colocación de ventanas
Código de la acción:	ILU-07-CP
Problema a corregir:	Poca iluminación natural en oficinas, laboratorios, bodegas de la Facultad debido a la falta de ventanas, con las cuales se aumentarían los niveles de iluminación y se ahorraría energía.
Descripción del problema:	
<p>El problema se centra en algunas oficinas de la Facultad las cuales poseen pocos niveles de iluminación, esto debido a que no hay ventanas y si las hay son demasiado pequeñas, entonces la cantidad de iluminación que estas proporcionan es muy poca, por lo que se recurre al uso de iluminación artificial en horas del día y existe la necesidad de iluminar los espacios con el sistema artificial instalado a través de lámparas. Se presentan los efectos negativos del problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajos niveles de iluminación en oficinas, cubículos, laboratorios, entre otros espacios de los edificios. • Disminución en la ergonomía lumínica. • Mayor consumo de electricidad, producto del uso del sistema de iluminación artificial. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por iluminación. 	
Acción correctiva:	
<p>Instalación de ventanas en áreas donde los niveles de iluminación natural sean demasiado bajos. Las ventanas en paredes externas de ladrillo u hormigón, así como en paredes divisorias internas de yeso como el caso del edificio de Carreras Múltiples, las ventanas propuestas son de tipo celosía, pero pueden instalarse ventanas estilo francés u otro. Además de corregir los niveles bajos de iluminación natural, se busca disminuir el consumo excesivo de electricidad por iluminación de edificios en el horario diurno a través de lámparas, ya que es necesario la utilización del sistema de iluminación instalado.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación
<p>Esta acción correctiva está enfocada a la mejora de la iluminación en algunos espacios de la Facultad, en un primer plano se debe tener prioridad en realizar en aquellos lugares que presentan las siguientes características.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacios internos donde es necesario que las luminarias estén encendidas por largos periodos de tiempo. • Paredes de internas de edificios donde es posible aumentar la iluminación a través de luz natural. • Paredes externas de edificios que no tienen ventanas instaladas. <p>Se presenta en el siguiente cursograma el procedimiento de la instalación de ventana tipo celosía.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Colocación de ventana tipo celosía					
Actividad:	Colocación de ventanas en oficinas que tengan pocos niveles de iluminación natural.	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el número de ventanas en el área	Demora	◐				
Número de personal:	Según el número de ventanas en el área	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Verificar el área donde se instalará la ventana para no debilitar la estructura				●		
2	Medir el área donde se colocará la ventana	●					
3	Marcar el área que se cortará	●					
4	Cortar el área con una pulidora	●					
5	Quitar trozos de concreto	●					
6	Limpiar el área cortada	●					
7	Verificar el área cortada				●		
8	Llevar marco de ventana al área donde se colocará		●				
9	Colocar marco en área cortada	●					
10	Señalizar puntos para taladrar	●					
11	Taladrar marco en pared	●					
12	Colocar tarugos plásticos	●					
13	Colocar tornillos	●					
14	Colocar manivela en el marco y dibujar agujeros	●					
15	Taladrar marco	●					
16	Atornillar manivela	●					
17	Llevar vidrios		●				Tratado como material frágil
18	Colocar vidrios	●					Tratado como material frágil
Total		14	2	0	2	0	

Materiales para la acción correctiva:

	Material: Ventana con marco de aluminio
	Especificaciones
	Medida: 41.2*1 m
	Precio unitario: \$55 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

	Material: Tornillo
	Especificaciones
	Medida: 10*1
	Precio unitario: \$0.01 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

	Material: Tarugo plástico "ancla"
	Especificaciones
	Medida: 10*1
	Precio unitario: \$0.01 Proveedor: Fiber center S. A

Continúa en la siguiente página

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Cinta métrica		UES-FMOcc
Broca de 8 mm	Broca para usar en concreto	UES-FMOcc
Disco de corte	Disco para cortar cemento	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Pulidora		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:	
<p>Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar mascarilla cuando se corte concreto. • Utilizar lentes cuando se corte concreto y cuando se use el talador atornillador. 	

Costo unitario de implementación:	
<p>Para la realización de esta acción de colocar una ventana se presenta el costo unitario:</p>	
<i>1 Ventana de aluminio de 1.2 * 1 m.....</i>	<i>\$55.00</i>
<i>10 Tornillos 10*1.....</i>	<i>\$ 0.10</i>
<i>10 Tarugos plásticos 10*1.....</i>	<i>\$ 0.10</i>
<i>Costo unitario por acción.....</i>	<i>\$55.20</i>

Beneficios de la acción:	
<p>La implementación de esta acción correctiva acarrea los siguientes beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la demanda eléctrica de oficinas. • Aumento de la ergonomía lumínica. • Menor consumo de electricidad por oficinas con ventanas. • Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores. 	

Tabla 4.169 Acción correctiva iluminación natural: “Montaje de lámina transparente”

Nombre de acción correctiva:	Montaje de lámina transparente
Código de la acción:	ILU-08-CP
Problema a corregir:	Bajo nivel de iluminación natural en oficinas y aulas de la Facultad en horario diurno, lo cual ocasiona el uso de iluminación eléctrica y consumo extra de electricidad.
Descripción del problema:	
<p>Según investigaciones realizadas en edificios de la Facultad se diagnosticó que muchos presentan un nivel de iluminación insuficiente, según lo establecido por normas de seguridad ocupacional para realizar actividades de lectura, trabajos de oficina, entre otros. Más del 80% de los lugares que fueron censados mediante un luxómetro revelaron que necesitan un aumento en la cantidad de luz, pues la mayor parte de estos espacios tienen niveles menores a los 500 lux establecido como el óptimo para realizar actividades de lectura y 750 lux para actividades de dibujo técnico (INSHT, 2015).</p> <p>El tema de iluminación en la Facultad está ligado al uso de energía eléctrica, pues al poseer baja iluminación es necesario el uso de lámparas por grandes periodos de tiempo durante el día. La UES-FMOcc trabaja la jornada de día y la jornada de noche prácticamente con la misma cantidad de iluminación artificial, algo energéticamente ineficiente cuando durante el día puede usarse iluminación natural. Algunos efectos negativos del problema son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desaprovecho de luz natural durante el día. • Bajo nivel de iluminación en los edificios. • Afectaciones visuales en alumnos y personal de la Facultad. • Aumentos del consumo eléctrico en concepto de iluminación interna. • Aumento en los costos de la factura eléctrica por iluminación. 	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva consiste en captar la mayor cantidad de luz natural hacia el interior de los lugares que tienen menos de 500 lux de iluminación. Para la captación de luz natural se propone la instalación de techos transparentes en los edificios de una planta y en el último nivel de los edificios de más de dos plantas.</p> <p>Con la instalación de los techos transparentes se pretende aumentar la iluminación, sin que esto implique un incremento en el consumo de energía eléctrica por iluminación.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación
<p>La acción correctiva se basa en el cambio de techo de yeso o metal por uno de material transparente. Los lugares candidatos para implementar la acción de cambio de techo deben cumplir por lo menos con una de las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacios internos con niveles bajos de iluminación natural o artificial. • Espacios internos que poseen techo de yeso o metal. 	
Continúa en la siguiente página	

- Espacios internos que no presentan problemas de ventilación.

El procedimiento para el montaje de lámina transparente y losetas de cielo falso transparente se presenta en el siguiente cursograma analítico.

Cursograma analítico:		Montado de lámina transparente y losetas de cielo falso transparente.					
Actividad:	Realizar cambio a lamina transparente y cambio a losetas transparentes.	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el numero de luminarias	Demora	◐				
Número de personal:	Según el numero de luminarias	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Localización de puntos con bajos niveles de iluminación.					●	
2	Desmontado de losetas de cielo falso.	●					Tratado como material frágil
3	Traslado de losetas a lugar seguro.		➡				Tratado como material frágil
4	Desasegurado de lamina de yeso cartón.	●					
5	Traslado de dispositivos de aseguramiento a lugar seguro.		➡				
6	Desmontado de lamina yeso cartón	●					Tratado como material frágil
7	Traslado de lamina yeso cartón a lugar seguro.		➡				Tratado como material frágil
8	Traslado de lamina transparente a lugar de trabajo.		➡				Tratado como material frágil
9	Montado de lamina transparente.	●					Tratado como material frágil
10	Perforado de lamina transparente.	●					
11	Traslado de dispositivos de aseguramiento a lugar de trabajo.		➡				Tratado como material frágil
12	Asegurado de lamina transparente	●					
13	Traslado de losetas a lugar de trabajo.		➡				Tratado como material frágil
14	Montado de losetas de yeso cartón y transparentes.	●					Tratado como material frágil
Total		7	6		1		

El lugar designado como seguro para la colocación de las losetas mientras se realizan los trabajos de cambio de techo debe cumplir con los siguientes criterios:

- Las losetas deben estar en un lugar que proteja de las inclemencias del tiempo, bajo un techo.
- Las losetas no deberán estar situadas a modo que obstaculice el paso a salidas del lugar de trabajo.
- No se deberá poner las losetas en posición donde puedan correr riesgo de un accidente que ponga en peligro el material y personal.

Continúa en la siguiente página

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

Ya que la acción está enfocada a que la mayor cantidad de luz natural entre a los edificios de la Facultad, es preciso la aclaración de aspectos técnicos importantes de la acción correctiva.

Para que un rayo de luz entre al interior de un edificio es necesario que sus cerramientos que lo protegen de la interperie sean sustituidos por cerramientos traslucidos. En este caso se pretende trabajar en el techo de los edificios, sustituyendo el techo actual donde no permea la luz natural por uno traslucido que permita la penetración de iluminación natural al edificio. La siguiente imagen muestra las capas del techo:

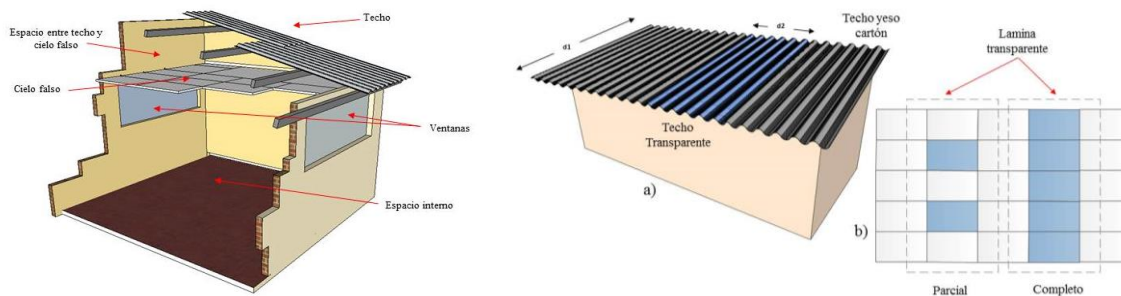


Figura 1. Capas de edificio

- **Techo del edificio:** La primera capa del techo del edificio está hecha de materiales como láminas de yeso o metal, para que la luz pueda tener acceso al edificio debe sustituirse una de las hojas que componen el techo por una de material transparente tal como se muestra en la figura 1.
- **Espacio de aire:** Es el espacio que queda entre el techo y el cielo falso.
- **Cielo Falso:** Es la capa superior del edificio que es visible desde el interior de espacio en cuestión.


Para la segunda capa es necesario que algunas de las losetas que componen el cielo falso sean también reemplazadas por otras de tipo transparente, para dejar el libre acceso de la luz natural a la zona deseada. La figura de la derecha muestra los dos casos que podría tenerse:

- **Caso 01:** En este caso, la cantidad de luz que puede introducirse al edificio depende de la cantidad de losetas transparentes a instalarse, estas losetas deberán ser instaladas en lugares estratégicos que presenten menores niveles de iluminación o que es necesario que las luminarias permanezcan encendidas durante largos periodos de tiempo.
- **Caso 02:** Este caso, hace referencia a los lugares donde los niveles de iluminación son tan bajos que es necesario que una gran cantidad de luz ilumine el área.

Materiales para la acción correctiva

	Material: Lamina transparente para techo		Material: Loseta transparente		
	Especificaciones		Especificaciones		
	Medida: Canal delgado		Medida: 1.20 x 0.6 x 0.05		
	Precio unitario: \$13.10		Precio unitario: \$2.65		
Proveedor: Vidri S. A de C. V	Proveedor: Vidri S. A de C. V				

Continúa en la siguiente página

Material	Silicón
	Especificaciones
	Medida: 300 ml
	Precio unitario: \$6.25
	Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Tenaza		UES-FMOcc
Llave inglesa		UES-FMOcc
Destornillador	Phillips y plano	UES-FMOcc
Cinta métrica		UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Escalera		UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Para el cambio de láminas y cielos falsos que estén a una altura mayor o igual a 2 metros debe ser considerado como trabajo en altura y por tal deben tenerse medidas de protección personal de cada miembro del equipo encargado de ejecutar la acción.
- Para el desmontado de las losetas del cielo falso deberá ser obligatorio el uso mascarillas, con el fin de evitar el polvo generado por las losetas y el acumulado en el techo del edificio.
- Las losetas transparentes no deberán ser situadas exactamente sobre los centro de trabajo establecidos.

Costo unitario de implementación:

Para realizar la acción correctiva del montaje de lámina transparente se presenta el costo unitario.

<i>1 Lámina transparente</i>	<i>\$13.10</i>
<i>4 Losetas</i>	<i>\$10.60</i>
<i>1 tubo de silicón</i>	<i>\$ 6.25</i>
<i>Costo unitario por acción</i>	<i>\$29.95</i>

Beneficios de la acción:

La implementación de esta acción correctiva acarrea los beneficios:

- Mejoramiento de los niveles de iluminación en las áreas que presentan valores menores a 500 luxes.
- Disminución en el consumo de energía eléctrica en concepto de iluminación interna en edificios.

Tabla 4.170 Acción correctiva iluminación natural: “Montaje de cortinas sobre ventanas”

Nombre de acción correctiva:	Montaje de cortinas sobre ventanas
Código de la acción:	ILU-09-CP
Problema a corregir:	El problema se enfoca a aquellas ventanas que poseen vidrios pintados que obstaculizan el ingreso de la luz natural al interior de los edificios.
Descripción del problema:	
<p>El problema de ventanas obstruidas por pintura se produce por evitar la introducción de los rayos del sol en el interior de los edificios que causan incomodidad a los usuarios del lugar al desarrollar sus trabajos bajo la incidencia directa de estos rayos, esto trae una serie de afectaciones que aportan al aumento del consumo de energía eléctrica, entre otras que se mencionan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desaprovecho de luz natural. • Bajo nivel de iluminación en edificios que poseen ventanas pintadas. • Uso por largos periodos de energía eléctrica en concepto de iluminación interna. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por iluminación. 	
Acción correctiva:	
<p>El despintado de ventanas y el montaje de cortinas es la solución que se plantea en la acción correctiva. El montaje de cortinas consiste en realizar los trabajos pertinentes para poseer una barrera en la ventana entre el espacio interno y el exterior del edificio, pero con opción de poder hacer uso de la luz natural cuando es requerida y soportable por las personas que realizan actividades en dicho espacio.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimientos de implementación
<p>La acción correctiva implica la ejecución de todos los pasos en el procedimiento de colocación de cortinas en las ventanas y despintado de las mismas. Por tal razón las ventanas candidatas para la acción correctiva, son las que cumplan con los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lugares donde por la naturaleza de las actividades que realizan es necesario total privacidad y no desean visibilidad hacia dentro del espacio. • Espacios donde los rayos del sol producen un aumento en la temperatura y deslumbramientos que no permiten desarrollo confortable de las actividades, pero que en algunas horas del día es posible el uso de la luz natural. <p>El procedimiento de despintado y montado de cortinas se describe en el siguiente cursograma analítico.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Montaje de cortinas					
Actividad:	Realizar el montaje de los componentes para colocar cortinas en ventanas que requieren regulacion de luz natural que ingresa a un lugar.	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según la dimención de la acción	Demora	⦿				
Número de personal:	Según la dimención de la acción	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	⦿	■	▼	Observación
1	Desmontado de solaires	●					Tratado como material frágil
2	Traslado de solaires a lugar seguro		➡	●			Tratado como material frágil
3	Despintado de solaires	●					Tratado como material frágil
4	Traslado de solaires a lugar de trabajo		➡	●			Tratado como material frágil
5	Montado de solaires	●					Tratado como material frágil
6	Medicion de agujeros	●					
7	Punteado de agujeros	●					
8	Taladrado de agujeros	●					
9	Ajuste de agujeros			●			
10	Montaje de tarugos	●					
11	Enroscado de argollas	●					
12	Montaje de cortina en tubo PVC	●					Repetitiva según el numero de argollas
13	Montaje de tubo con cortina en argollas	●					Repetitiva según el numero de argollas
Total		9	2		1		

Las ventanas sol-aires deben llevarse a un sitio sin riesgos, para que puedan despintarse sin que corran ningún peligro de daños o accidentes.

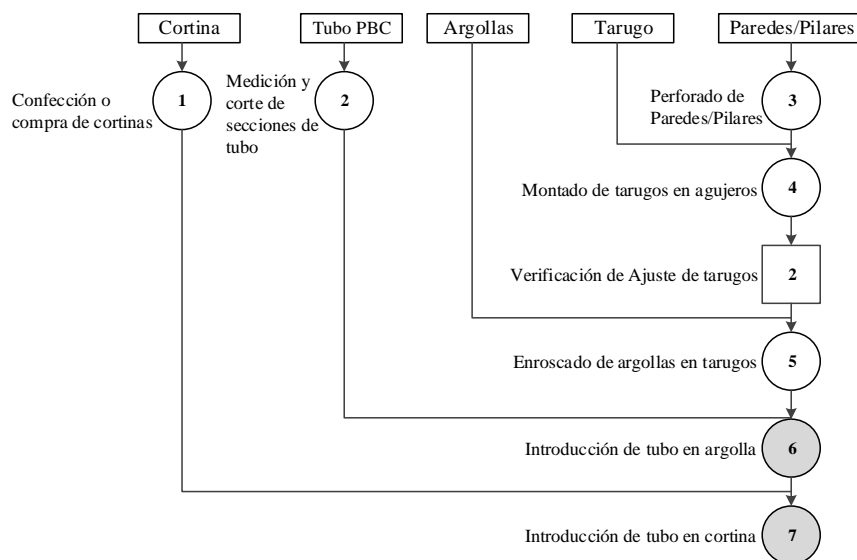
- Debe estar libre de riesgos que puedan dañar los vidrios.
- Libre donde puede realizarse el despintado sin dañar el lugar donde se realiza el trabajo.
- Accesible al lugar donde se realizan los trabajos de la acción correctiva.

Ante cualquier modificación en el procedimiento, debe ser informado al Coordinador de mantenimiento. El tiempo de ejecución del procedimiento dependerá de las dimensiones del trabajo a realizar, según el número de ventanas que posea el edificio.

Especificaciones de la acción: **Especificaciones técnicas**

Para el montado de cortinas se presenta el diagrama de operaciones que explica el orden de ensamble de materiales que componen una cortina colocada en una ventana.

Continúa en la siguiente página



Las operaciones 6 y 7 son de carácter repetitivo, el número de repeticiones dependerá del número de argollas que se requieran en la ventana donde se realizara la acción correctiva.

Especificaciones de la acción:

Mediciones

Consiste en realizar las mediciones correspondientes en las ventanas para identificar las distancias y número de agujeros que deben taladrarse para montar las cortinas. La siguiente imagen presenta las longitudes que deben medirse en las ventanas donde debe implementarse la acción correctiva.

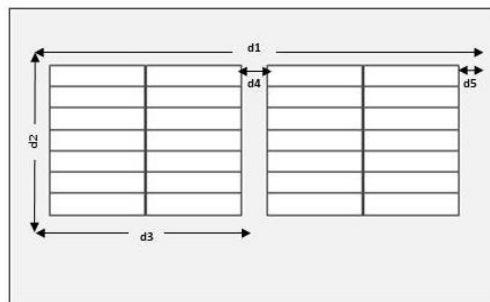




Figura 1. Distancias de ventanas


Distancias


- **d1:** Longitud total de ventanas. Necesario para saber la longitud exacta del tubo PVC utilizado.
- **d2:** Altura de ventanas. Este dato utilizado para las especificaciones de la cortina.
- **d3:** Ancho de ventanas. Este dato utilizado para las especificaciones de la cortina.
- **d4:** Distancia entre ventanas. Dato utilizado para las distancias a la que debe hacerse los agujeros donde debe ser montado el tarugo, el cual debe estar situado a la distancia igual a $d4/2$.
- **d5:** Distancia ventana y costado. Dato utilizado para las distancias a la que debe hacerse los agujeros para los tarugos, los cuales deben estar a una distancia $d5 = a$ 4 cm.

Materiales para la acción correctiva:

Material:	Cortina
	Especificaciones Medida: 1.7*1.5 m. Precio unitario: \$7.5 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Material:	Tubo PVC
	Especificaciones Medida: 1 m * 0.5 pg Precio unitario: \$0.60 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Material:	Argolla para pared
	Especificaciones Medida: 0.5 pg Precio unitario: \$0.15 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Material:	Tarugo plástico "ancla"
	Especificaciones Medida: 10*1 Precio unitario: \$0.01 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Tenaza	Con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Destornillador	Phillips y plano	UES-FMOcc
Cuchillo (cutter)		UES-FMOcc
Mini serrucho	Para dar forma a la placa de catón-yeso y cajearla	UES-FMOcc
Broca de 6mm	Para taladrar superficies de cemento	UES-FMOcc
Cinta métrica		UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para ejecutar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad:

- Debe ser obligatorio el uso del equipo de protección personal mínimo especificado

Costo unitario de implementación:

Para realizar la acción de montaje de cortinas en ventanas se presenta el costo unitario por acción

<i>Cortina de 1.7*1.5 m.....</i>	<i>\$7.50</i>
<i>1 tubo de PVC de 1 m.....</i>	<i>\$0.60</i>
<i>2 argollas.....</i>	<i>\$0.30</i>
<i>2 tarugos plásticos.....</i>	<i>\$0.02</i>
<i>Costo unitario por acción.....</i>	<i>\$8.42</i>

Beneficios de la acción:

Ante la ejecución de esta acción correctiva se presentan los beneficios:

- Aprovechamiento de la luz natural a en ciertas horas del día.
- Regulación de la cantidad de luz en área o zona.
- Disminución del uso de luminarias como fuente de iluminación total del área.
- Disminución en el consumo de energía eléctrica en concepto de iluminación interna

Tabla 4.171 Acción correctiva iluminación natural: “Pintar paredes con colores claros”

Nombre de acción correctiva:	Pintar paredes con colores claros
Código de la acción:	ILU-10-CP
Problema a corregir:	El problema se enfoca a aquellas paredes que poseen pintura oscura, paredes que se encuentran manchadas o deterioradas y las que reducen la visibilidad en el interior de aulas, oficinas y edificios de la Facultad.
Descripción del problema:	
<p>El problema de paredes pintadas con colores oscuros, es que disminuye la reflectividad de la luz en las paredes, el efecto siguiente es la disminución de iluminación del espacio por la luz que no es reflejada en la pared sino absorbida por esta. Los colores cercanos al blanco tienen coeficientes de reflectividad de luz mayores a 90%, mientras que los colores cercanos al negro el coeficiente de reflectividad es menor que el 10%. El problema de paredes pintadas con colores oscuros acarrea una serie de circunstancias que aportan al aumento del consumo de energía eléctrica, entre otras que se mencionan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desaprovecho de luz natural a ciertas horas del día. • Bajo nivel de iluminación en área o zona con pintura oscura. • Uso de iluminación interna por largos periodos en horario diurno. • Aumento del consumo de energía eléctrica por iluminación interna. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por iluminación. 	
Acción correctiva:	
<p>La acción consiste en pintar las paredes oscuras, manchadas y/o deterioradas con colores claros. Esto permite aumentar el reflejo de los rayos luminosos naturales y artificiales sobre las paredes y así aumentar los niveles de iluminación en el interior de los edificios, además el pintado de paredes con colores claros ayuda a disminuir el uso de lámparas para iluminar espacios, como producto del aumento de la iluminación natural; por tanto también ayuda a disminuir el consumo de energía por iluminación interna en los edificios, cuyos resultados se reflejan en la disminución de los costos de la factura eléctrica por iluminación. Como se explica, la implementación de la acción corrige el problema de baja reflectividad lumínica en paredes oscuras, pero también contribuye a corregir los problemas de poca iluminación natural, alto consumo eléctrico por iluminación artificial, altos costos en la factura eléctrica, entre otros que se combaten de manera integral.</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>La acción correctiva implica la ejecución de un procedimiento diseñado para pintar paredes, donde se han tomado criterios de seguridad personal, eficiencia energética, especificaciones técnicas, entre otros.</p> <p>El procedimiento para pintar paredes se describe en el siguiente cursograma analítico.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Pintar paredes					
Actividad:	Aplicar pintura a las paredes de aulas, oficinas y otras áreas de las edificaciones de la Facultad	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el área a pintar	Demora	⦿				
Número de personal:	Según el área a pintar	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	⦿	□	▽	Observación
1	Quitar objetos de las paredes	●					Tratado como material frágil
2	Llevar objetos a un lugar seguro		●				
3	Alejar objetos cercanos a las paredes		●				
4	Limpiar paredes de suciedad	●					
5	Quitar pintura inservible de pared con espátula	●					
6	Cubrir ventanas con papel	●					
7	Cubrir piso con papel	●					
8	Remover pintura con removedor	●					
9	Colocar pintura en bandeja	●					
10	Aplicar pintura en la pared	●					
11	Verificar lugares mal pintados			●			
12	Aplicar pintura en la pared	●					
13	Quitar papel de ventanas y piso	●					
Total		10	2	0	1	0	


Las paredes que deben ser candidatas para la acción correctiva, son las que cumplan con uno o ambos de los siguientes criterios:


- Aquellos lugares donde sus paredes internas opaquen la iluminación natural en horas del día y por tal razón recurran al uso de iluminación interna de lámparas.
- Áreas de trabajo, aulas y oficinas donde se vea que las paredes estén manchadas o que la pintura que tenga sea antigua y esté deteriorada.

Ante cualquier modificación del procedimiento, debe informarse al Coordinador de mantenimiento.

El tiempo de ejecución del procedimiento dependerá de las dimensiones del trabajo a realizar, según el área que posea el lugar a pintar.

Materiales para la acción correctiva

Material:	Pintura
	Especificaciones Medida: 1 Cubeta Precio unitario: \$44.00 Proveedor: M. C. El Brasil

Material	Pintura
	Especificaciones Medida: 1 Galón Precio unitario: \$8.80 Proveedor: M. C. El Brasil

Continúa en la siguiente página

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Escalera	Tipo tijera	UES-FMOcc
Removedor de pintura	Vara de madera o plástico	UES-FMOcc
Brocha	De cerdas naturales o plásticas	UES-FMOcc
Rodillo	De espuma o lana sintética	UES-FMOcc
Bandeja	Plástica	UES-FMOcc
Espátula	Metálica	UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Debe ser obligatorio el uso del equipo de protección personal mínimo especificado para realizar la acción correctiva.

Costo unitario de implementación:

Para la acción de pintar paredes se presenta el costo unitario por acción realizada

Caso 1: Galón de pintura

Galón de pintura.....	\$8.80
Costo por acción realizada.....	\$8.80

Caso 2: Cubeta de pintura

Cubeta de pintura.....	\$44.00
Costo por acción realizada.....	\$44.00

Beneficios de la acción:

Ante la implementación de esta acción correctiva se presentan los siguientes beneficios:

- Aprovechamiento de la luz natural.
- Disminución del uso de luminarias como fuente artificial iluminación.
- Disminución en el consumo de energía eléctrica en concepto de iluminación interna.
- Disminución del costo de la factura eléctrica por iluminación.

Línea de acción 2: Instalaciones Electrónicas del Sistema de Ofimática

Tabla 4.172 Acción correctiva Ofimática: “Montaje de regletas”

Nombre de acción correctiva:	Montaje de regletas
Código de la acción:	EQ-01-CP
Problema a corregir:	Desperdicio de energía eléctrica por equipo de oficina y laboratorio que está conectado a tomacorrientes pero que no es utilizado a ciertas horas del día y noche.
Descripción del problema: <p>Uno de los problemas identificados por los cuales la Facultad desperdicia energía eléctrica, es el consumo vampiro de aquellos aparatos eléctricos y electrónicos que gastan entre el 5 y 10% de electricidad (Schneider-electric, 2009) con el simple hecho de estar conectados a un tomacorriente, aunque se encuentren apagados. El problema es tal que en la universidad todos los aparatos de oficina quedan conectados al toma y aunque el consumo vampiro de un solo aparato es considerado pequeño, al contabilizar la gran cantidad de aparatos en el mismo estado, la universidad puede estar desperdiciando buena parte de la energía en gasto vampiro. A esto deben sumársele los siguientes aspectos negativos del problema:</p> <ul style="list-style-type: none">• Disminución del tiempo de vida útil de aparatos de Laboratorio y oficina.• Consumo de energía eléctrica por aparatos conectados a tomacorrientes en horario de almuerzo y nocturno.• Aumento en el costo de la factura eléctrica por equipo de ofimática.	
Acción correctiva: <p>La acción correctiva está enfocada a la erradicación de todo consumo que se dé por aparatos que no están en uso y que permanecen conectados a un tomacorriente. Para tales fines se usan regletas como medio de conexión entre los aparatos y el tomacorriente como mecanismo de control para paso de corriente. Esta alternativa de control de energía de los aparatos eléctricos de oficinas y laboratorios debe estar ligado a una buena cultura de ahorro (Cultura Energética), ya que si las personas que usan los equipos de oficina no tienen conciencia de ahorro ni el hábito de interrumpir la corriente al equipo apagando la regleta, este consumo vampiro no se erradica aunque se instalen regletas.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación <p>Esta acción correctiva está diseñada para implementarse en aquellos espacios de la universidad en los que son utilizados equipos de ofimática como computadoras, impresoras, escáneres, entre otros; así como equipos de laboratorio que requieren el uso de energía eléctrica para su funcionamiento y que permanecen conectados a una toma corriente aunque permanezcan apagados.</p> <p>El procedimiento de montaje de las regletas se describe en el siguiente cursograma analítico.</p>

Continúa en la siguiente página

Cursograma analítico:		Montaje de Regleta					
Actividad:	Montaje de Regleta en pared donde esta colocado un tomacorriente	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➔				
Tiempo:	Según la dimensión de la acción	Demora	●				
Número de personal:	Según la dimensión de la acción	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➔	●	■	▼	Observación
1	Localización de tomacorriente			●			
2	Pegado de cinta doble cara a regleta	●					
3	Colocado de Regleta en pared	●					
4	Conexión de Regleta a tomacorriente	●					
5	Prueba de paso y corte de corriente de regleta				■		Medición de voltaje con multímetro
6	Conexión de equipo a Regleta	●					
Total		4			2		

Para el colocado de las regletas en las paredes, estas deben estar en una posición accesible para que no se le dificulte al usuario el encendido y apagado de esta.

La prueba del paso de energía eléctrica debe ser tal que en la regleta debe medir la misma cantidad de voltaje que en el tomacorriente y al estar el apagador abierto debe medir 0 voltios en la regleta.

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

El propósito de la regleta es erradicar el consumo vampiro mediante la generación de circuitos eléctricos constituidos por los equipos que deben ser conectados a la Regleta y que el paso de corriente a estos puede ser controlado con un apagador en la regleta.

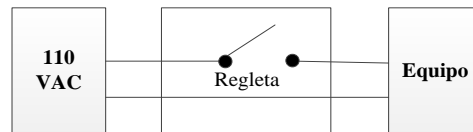


Figura 1. Circuito de regleta

Para la conexión del equipo a las regletas, deben tomarse en cuenta aspectos tales como el tiempo de uso, equipo que debe utilizarse simultáneamente, entre otros. Para esto se presentan las siguientes reglas de conexión del equipo a regletas.

- Para los equipos de oficina que son utilizados por periodos de tiempo cortos y son de uso común tal como fotocopiadoras, Scanner, Impresoras o una mezcla de los anteriores, deben conectarse individualmente a una Regleta.


Continúa en la siguiente página

- Todos los equipos de cómputo deberán estar conectados en el orden que se indica: Tomacorriente, Regulador de Voltaje, UPS, y al UPS debe estar conectados Monitor y CPU.
- No conectarse a la Regleta una cantidad mayor de carga eléctrica que la especificada por el fabricante.

El montaje de las regletas es solamente una parte de la acción correctiva, ya que el buen uso que debe darse a estas es donde radica el éxito del ahorro de energía eléctrica, por tanto depende de la cultura de los usuarios de los equipos que son conectados a las Regletas. La forma de uso de los equipos con las regletas bien instaladas debe ser como se indica en los siguientes pasos:

- Para los equipos que son utilizados por periodos cortos de tiempo se recomienda, cada vez que este va a ser ocupado por una persona debe pulsar el apagador de la regleta para dejar pasar la corriente y energizar la máquina. Después de ser utilizado el equipo se recomienda apagarlo y luego pulsar el apagador de la regleta para cortar el paso de corriente a esta.
- En caso de equipo de cómputo, si este se deja de usar por periodos mayores a los 30 minutos se recomienda el apagado total del equipo junto a sus accesorios, luego se restringe el paso de corriente mediante el pagador de la regleta.
- El caso de aquellos equipos que no son utilizados, se recomienda mantenerlos desconectados.

Materiales para la acción correctiva:

	Material: Regleta eléctrica	
	Especificaciones	
	Medida:	6 tomas
	Precio unitario:	\$3.50
	Proveedor:	Pacifico Batarse

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Evitar sobrecargar la regleta.
- Evitar colocar la regleta en lugares con humedad.
- Colocar la regleta en lugares que no dificulte el encendido y apagado.

Costo unitario de implementación:

El montaje de regletas tiene el costo unitario por acción:

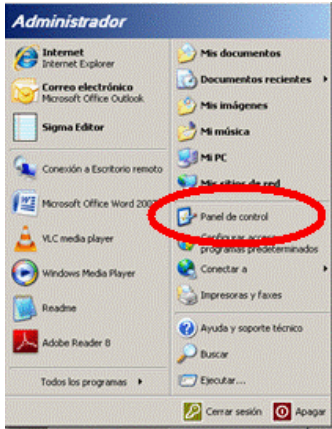
<i>1 Regleta de 6 tomas.....</i>	<i>\$3.50</i>
<i>Costo unitario por acción.....</i>	<i>\$3.50</i>

Beneficios de la acción:

Ante la realización de esta acción correctiva se obtienen los siguientes beneficios:

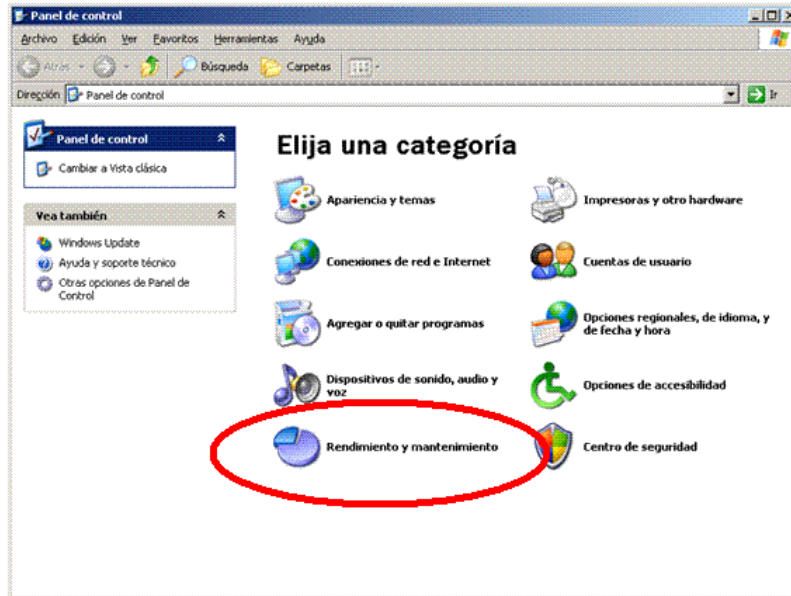
- Disminución del consumo de electricidad por equipos de oficina o laboratorio.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Tabla 4.173 Acción correctiva Ofimática: “Configuración en modos ahorro energético el equipo ofimático”

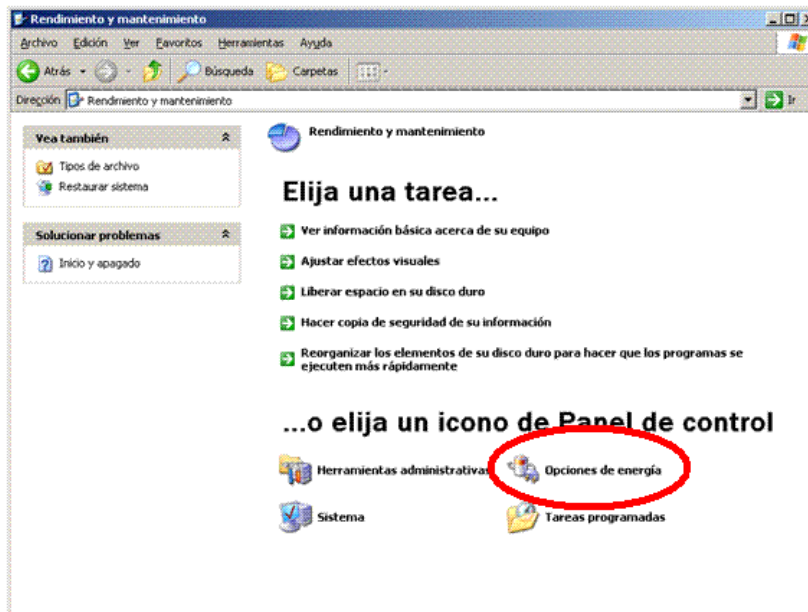
Nombre de acción correctiva:	Configuración en modos ahorro energético el equipo ofimático
Código de la acción:	EQ-02-CP
Problema a corregir:	Desperdicio de energía eléctrica en los equipos de cómputo de la universidad al no estar configurado el sistema operativo con las herramientas de ahorro de energía.
Descripción del problema:	
<p>Según una encuesta realizada a docentes de la Facultad y mediante observación directa, se ha verificado que muchas personas poseen una computadora como herramienta de trabajo para desarrollar sus funciones y actividades, pero cuando toman descanso prolongados y no utilizan la maquina la mantienen encendida causando desperdicios en energía eléctrica. Se presentan algunos efectos negativos del problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la vida útil del equipo. • Mayor consumo de energía en equipo de cómputo. • Aumento del costo de la factura eléctrica por equipo de cómputo. 	
Acción correctiva:	
<p>Ante el problema en el uso del equipo de cómputo se presenta la acción correctiva que soluciona éste, la solución radica en la activación de las herramientas de ahorro de energía que poseen estos equipos mediante la configuración en su sistema operativo. Esto permitirá disminuir el consumo eléctrico cuando el equipo esta encendido y no se utiliza, ya que este se coloca automáticamente en modo de ahorro de energía.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación
<p>El procedimiento para la configuración en el ahorro de energía se presenta según su sistema operativo.</p>	
Configuración del Ahorro de Energía en Windows XP	
<p>Para poder configurar las opciones de ahorro de energía debe ser administrador del equipo y el primero de los pasos en ir al Panel de Control a través del menú de Inicio según indica la figura.</p>	
	

Continuación de acción correctiva: Configuración en modos de ahorro energético el equipo de cómputo

En el segundo paso debe seleccionarse Opciones de Energía. Si se tiene configurada la vista por categorías, debe seleccionarse primero Rendimiento y Mantenimiento:

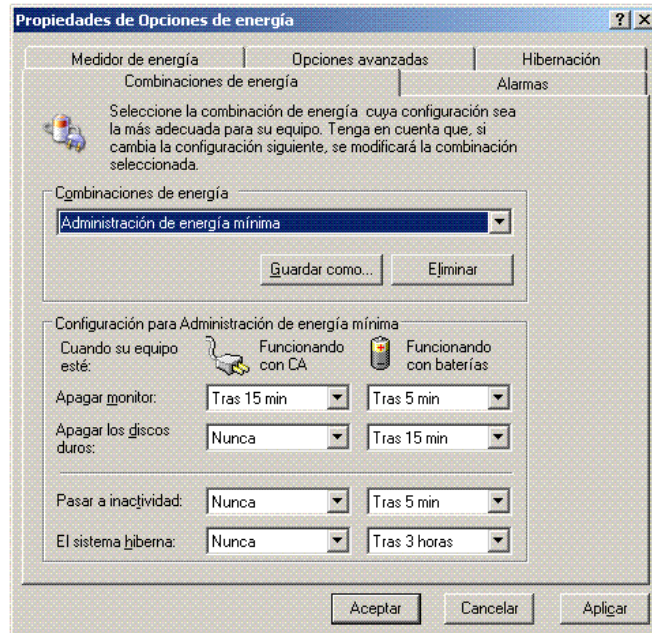


Selección las Opciones de Energía.

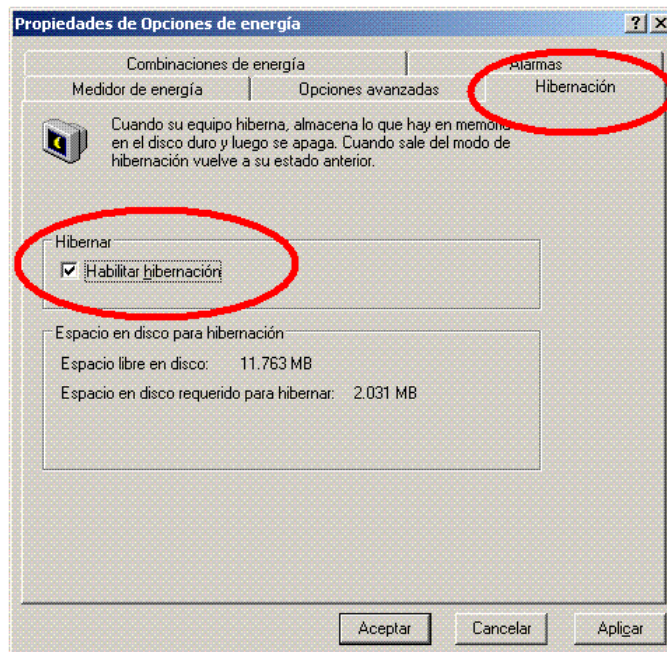


Debe elegirse el tiempo de apagado del monitor, se suspenderá (pasará a inactividad) el equipo o se hibernará. La siguiente imagen se refiere a un equipo portátil. Por eso hay dos opciones de ahorro: una cuando está con batería y otra cuando está enchufado con el transformador a la red eléctrica. En los equipos de sobremesa sólo aparece una opción.

Continuación de acción correctiva: Configuración en modos de ahorro energético el equipo de cómputo

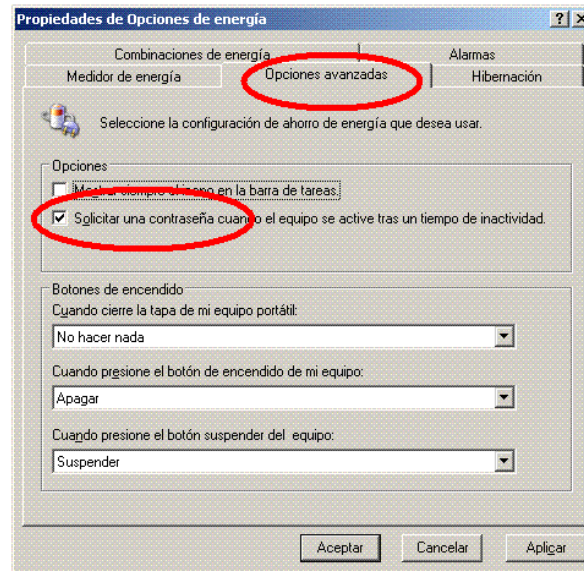


En la pestaña Hibernación debe asegurarse que está habilitada. Con esto el sistema operativo reservará un espacio en el disco igual a la cantidad de memoria principal (RAM) que tiene el equipo para poder volcar al disco la memoria en el momento de la hibernación. Si en el equipo no se puede habilitar esta casilla puede ser por dos motivos: que no haya espacio libre suficiente en el disco o porque su equipo no soporte la hibernación.



Continuación de acción correctiva: Configuración en modos de ahorro energético el equipo de cómputo

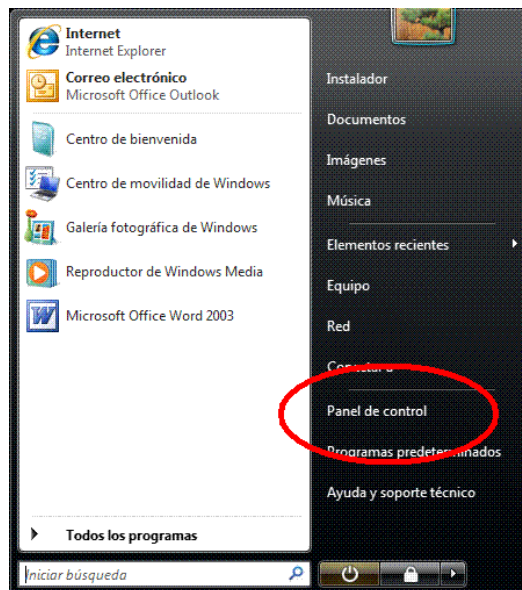
Es recomendable la activación de la casilla Solicitar una contraseña cuando el equipo se active tras un tiempo de inactividad que hay en la pestaña Opciones Avanzadas. De esta manera, el equipo pedirá las credenciales como en un inicio de sesión y no podrá ser utilizado por otra persona que lo despierte:



Pulse el botón Aceptar y ya se tiene la configuración.

Configuración del Ahorro de Energía en Windows 7

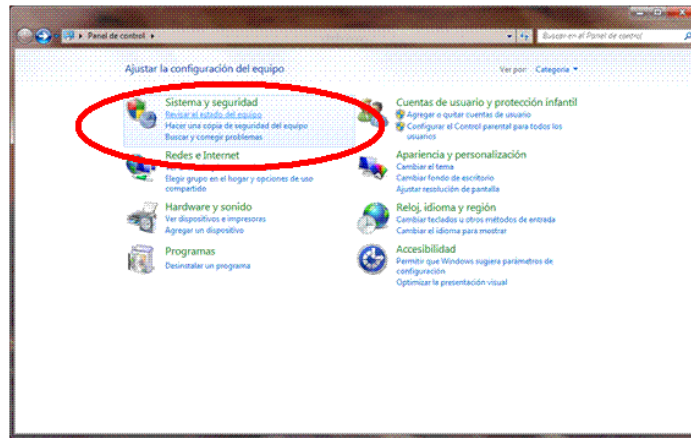
Para poder configurar las opciones de ahorro de energía debe ser administrador del equipo y el primero de los pasos es ir al Panel de Control a través del menú de Inicio según indica la figura.



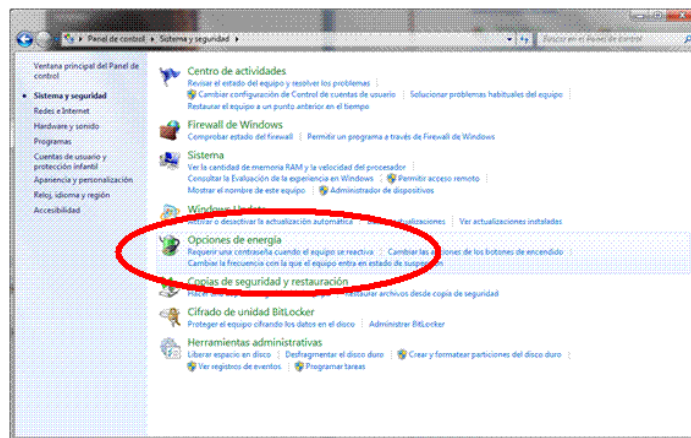
Continúa en la siguiente página

Continuación de acción correctiva: Configuración en modos de ahorro energético el equipo de cómputo

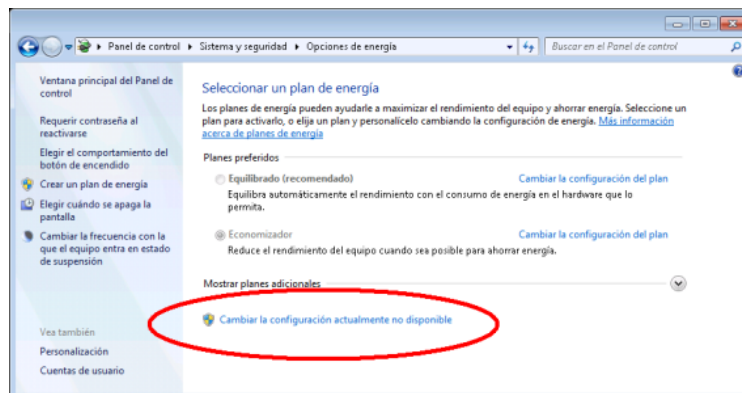
Si se tiene configurada la vista por categorías debe seleccionarse Sistema y Seguridad, o busque "energía" en el buscador:



Seleccionar las Opciones de Energía:



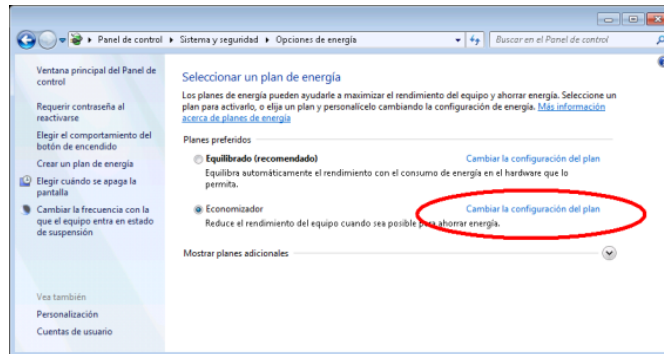
Si le aparece la opción de Cambiar la configuración actualmente no disponible, debe ser seleccionada:



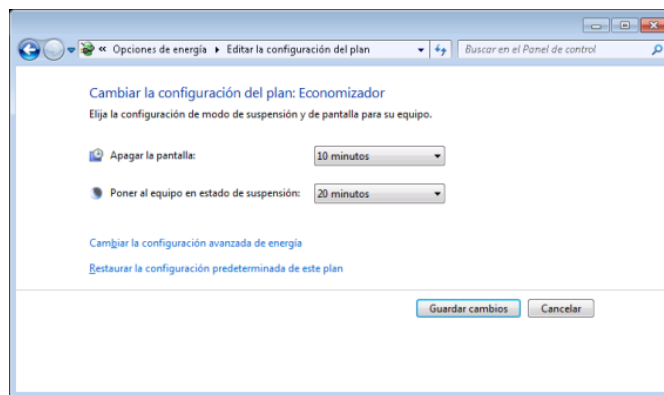
Continúa en la siguiente página

Continuación de acción correctiva: Configuración en modos de ahorro energético el equipo de cómputo

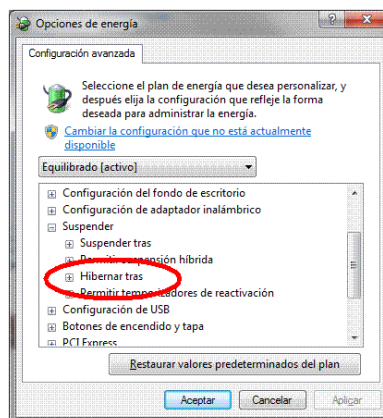
Debe elegirse el Plan de Ahorro de Energía y personalizar la configuración seleccionada Cambiar la configuración del plan:



Aquí puede configurar el tiempo tras el cual el equipo, cuando no esté activo, apaga el monitor y se suspende (es posible que tenga que pulsar de nuevo Cambiar la configuración actualmente no disponible):



En Windows 7, dentro de Cambiar la configuración Avanzada de Energía, en el apartado Suspende se puede activar también el tiempo tras el cual queremos que el sistema pase a Hibernación:



- Dele al botón Aceptar y ya lo tiene configurado.

Beneficios de la acción

Ante la ejecución de esta acción correctiva se presentan los siguientes beneficios:

- Disminución del consumo de energía eléctrica por equipo de oficina.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

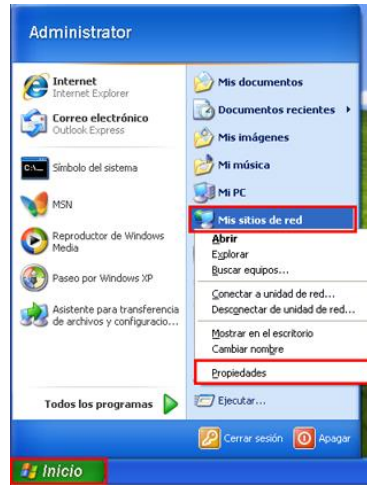
Tabla 4.174 Acción correctiva Ofimática: “Reducción de reguladores de voltaje”

Nombre de acción correctiva:	Reducción de reguladores de voltaje
Código de la acción:	EQ-03-CP
Problema a corregir:	Disminución en el consumo de energía eléctrica en los equipos de cómputo de la Facultad debido al uso individual de reguladores de voltaje por equipo de cómputo instalado.
Descripción del problema:	
<p>La Facultad posee una gran cantidad de carga eléctrica instalada en concepto de computadoras distribuida en los distintos centros de cómputo, cubículos de docentes y secretarías; además de oficinas administrativas en la Universidad. Mantener una computadora funcionando implica conectarla a un regulador de voltaje UPS para el caso en el que hay bajones de voltaje en la red de energía eléctrica. Según investigaciones realizadas por los autores de este trabajo a través de censos en cargas eléctricas, se ha comprobado que cada regulador de voltaje tiene un consumo de corriente de 1.6 amperios medidos con una tenaza amperimétrica, esto resulta un consumo grande cuando existe una gran cantidad de computadoras instaladas como en la universidad.</p>	
Acción correctiva:	
<p>La acción consiste únicamente en hacer una reducción en número de reguladores. La aplicación de esta acción correctiva está enfocada a lugares donde se presentan las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centros de cómputo donde se tienen una cantidad considerable de máquinas conectadas individualmente con su propio regulador y que no son encendidas al mismo tiempo. • Oficinas en las que se presentan el uso de máquinas de cómputo para realizar actividades administrativas. • Cubículos donde el espacio es compartido por dos o más docentes, cada uno con una computadora personal asignada. <p>El procedimiento se limita a conectar en un mismo regulador dos equipos de cómputo completos.</p>	
Beneficios de la acción	
<p>Ante la realización de esta acción correctiva se obtienen los siguientes beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución del consumo de energía eléctrica por equipo de oficina. • Disminución del costo de la factura eléctrica por equipo de oficina. 	

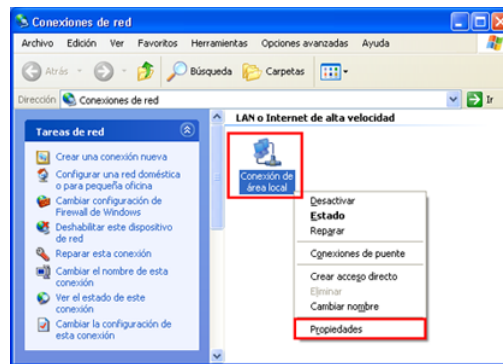
Tabla 4.175 Acción correctiva Ofimática: “Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo”

Nombre de acción correctiva:	Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo
Código de la acción:	EQ-04-CP
Problema a corregir:	Aumento en el consumo de energía eléctrica en los equipos de oficina debido al uso individual de impresoras en oficinas administrativas y de docentes.
Descripción del problema:	
<p>La Universidad posee una gran cantidad de carga eléctrica instalada en concepto de equipo de oficina, entre las cuales están las impresoras. Se ha visto que muchos docentes tienen su propia impresora en su cubículo o en su oficina, el problema es que la impresora se mantiene conectada y encendida durante todo el día aunque el docente no esté utilizando, lo cual ocasiona desperdicio de electricidad. En los siguientes puntos se especifican los efectos negativos del problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de carga eléctrica por impresoras. • Consumo extra de energía por impresoras encendidas y sin uso. • Aumento de la factura eléctrica por equipo de oficina 	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva consiste en conectar las computadoras a una impresora del personal administrativo y docentes que estén en un mismo departamento. El uso de impresoras compartidas ayuda a disminuir la carga eléctrica instalada por equipo de oficina, además de disminuir el consumo de energía eléctrica y el costo de la factura eléctrica por ofimática.</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>La acción consiste únicamente en hacer una reducción en número de impresora. La aplicación de esta acción correctiva está enfocada a implementarse en lugares donde se presentan las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficinas en las que se presentan el uso de máquinas de cómputo para realizar actividades administrativas. • Cubículos de docentes donde estos poseen computadora personal. 	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de implementación
<p>Se presentan los procedimientos para compartir impresoras a nivel de software y hardware.</p>	
Configuración de la dirección IP si se usa un enrutador o conmutador	
<p>Para poder compartir una impresora en red mediante un enrutador o conmutador, lo primero que debes hacer es fijar una dirección IP automáticamente para los equipos que estén conectados al dispositivo. Para ello, el primer paso es ir a Inicio, dar clic derecho en Mis sitios de red y seleccionar Propiedades.</p>	

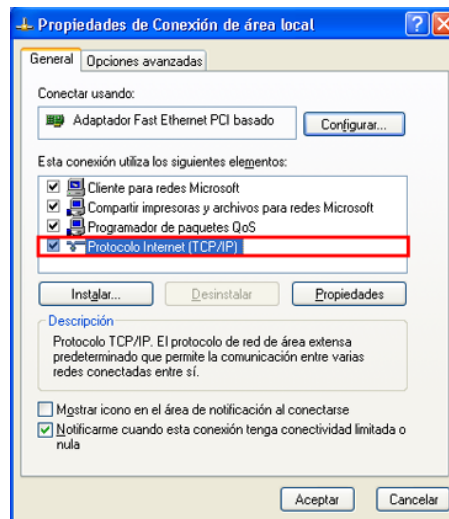
Continuación de acción correctiva: Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo



El segundo paso es dar clic derecho en Conexión de área local y seleccionar Propiedades.

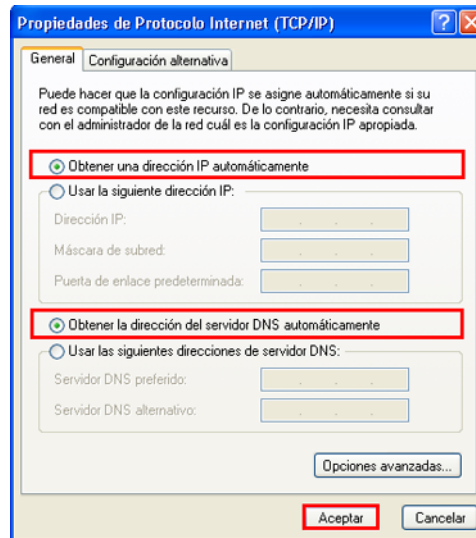


El tercer paso es seleccionar Protocolo Internet (TCP/IP).



Continuación de acción correctiva: Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo

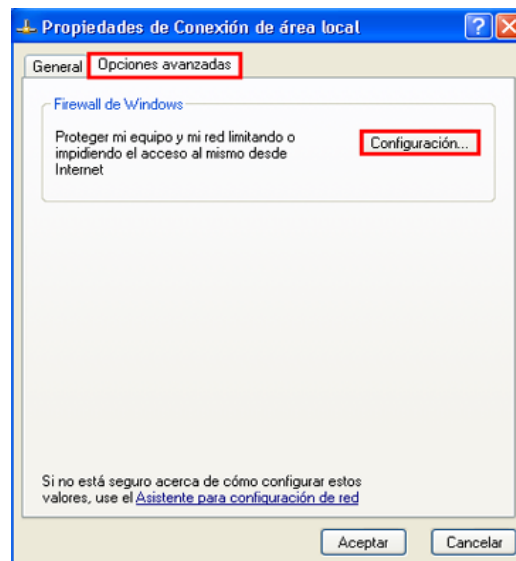
Luego se selecciona Obtener una dirección IP automática y Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente y luego en Aceptar.



Configurar el Firewall de Windows para activar el uso compartido de archivos e impresoras

Se deben repetir los primeros dos pasos de la configuración anterior y luego el siguiente paso.

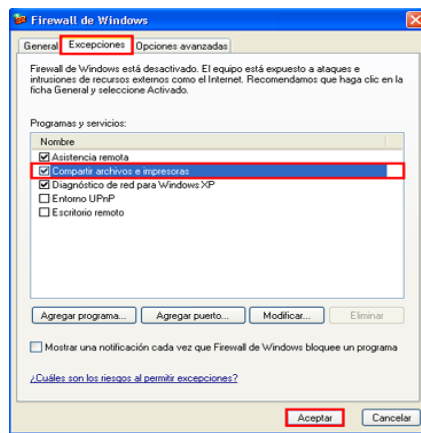
Paso tres es hacer clic en la ficha Opciones avanzadas y a continuación en el botón Configuración



El tercer paso, en la ventana de Firewall de Windows, hacer clic en la ficha Excepciones y seleccionar la opción Compartir archivos e impresoras y luego hacer clic en Aceptar.

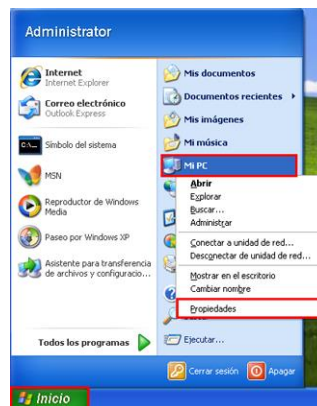
Continúa en la siguiente página

Continuación de acción correctiva: Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo

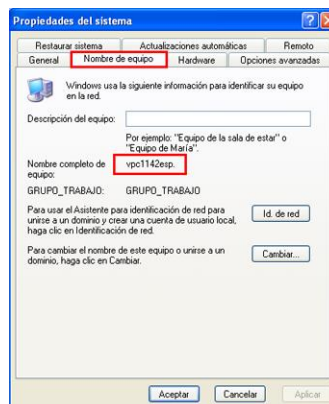


Configurar una impresora en una red doméstica

Para este ejemplo se tomará como que se ha instalado la impresora en la computadora A, pero se va a configurarla para usarla en el equipo B. El primer paso es buscar el nombre de nuestro equipo, para ello ir a Inicio, dar clic derecho en Mi PC y seleccionar Propiedades.



El segundo paso, en Propiedades del sistema, hacer clic en la ficha Nombre del equipo para ver el nombre completo del equipo.



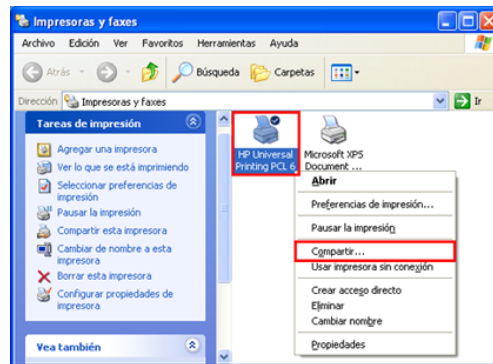
Continuación de acción correctiva: Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo

Compartir una impresora

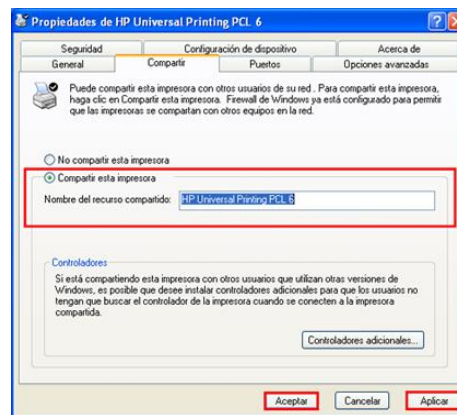
Las acciones que se describen en este apartado se tienen que hacer en el equipo que posee la impresora. El primer paso se compartirá la impresora en la red, para ello se irá a Inicio y hacer clic en Impresoras y faxes.



El segundo paso es hacer clic derecho en la impresora que se desea compartir y seleccionar Compartir.



El tercer paso es seleccionar Compartir esta impresora y de forma predeterminada aparecerá el nombre de la impresora, luego seleccionar Aplicar y después Aceptar.



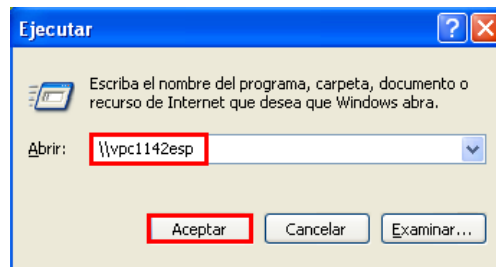
Instalar una impresora compartida por otro equipo

Las acciones que se describen a continuación deben realizarse en el equipo que utilizará la impresora compartida por otro equipo en la red.

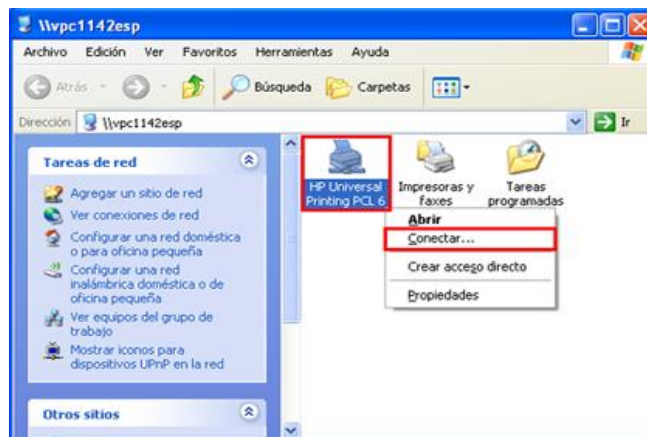
Paso uno, ir a Inicio y clic en Ejecutar.



Paso dos, en la ventana Ejecutar, escribir el nombre del equipo A y comenzar con \\Nombre\\Nombre del equipo, el cual sería \\vpc1142esp y luego en Aceptar.

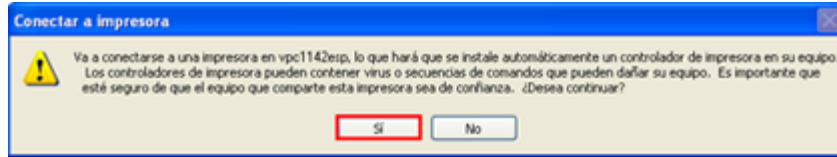


Paso tres, en la siguiente ventana hacer clic derecho en el icono de la impresora y luego Conectar.




Continuación de acción correctiva: Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo


Paso cuatro, seleccionar Si en el siguiente cuadro de dialogo que aparecerá para poder conectarse.





Finalmente la impresora quedará instalada en el equipo B, lista para usarse como local.

Materiales para la acción correctiva

Material:	Cable RJ45
	Especificaciones
	Medida: 1 metro RJ45
	Precio unitario: \$0.60
	Proveedor: Electrónica 2000

Material	Conector RJ45
	Especificaciones
	Medida: RJ45 de 8 pines
	Precio unitario: \$0.25
	Proveedor: Electrónica 2000

Material	Hub de 8 puertos
	Especificaciones
	Medida: 8 puertos
	Precio unitario: \$21.65
	Proveedor: Digital Solutions

Material	Hub de 4 puertos
	Especificaciones
	Medida: 4 puertos
	Precio unitario: \$10.85
	Proveedor: Digital Solutions

Costo unitario de implementación

Para la realización de esta acción correctiva que comprende la conexión de impresora compartidas en varios equipos de cómputo, se utilizan los siguientes materiales para cuatro y ocho impresoras respectivamente.

Caso 1: Hub de 4 puertos

20 metros de Cable RJ45.....	\$12.00
8 Conectores RJ45.....	\$ 2.00
1 Hub de 4 puertos.....	\$10.85
Costo unitario por acción.....	\$24.85

Caso 2: Hub de 8 puertos

20 metros de Cable RJ45.....	\$12.00
16 Conectores RJ45.....	\$ 4.00
1 Hub de 8 puertos.....	\$21.65
Costo unitario por acción.....	\$37.65

Beneficios de la acción

Ante la realización de esta acción correctiva se obtienen los beneficios siguientes:

- Disminución del consumo de electricidad por equipos de oficina o laboratorio que no estén en uso.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Línea de acción 2: Instalaciones electrónicas del Sistema de Climatización

Tabla 4.176 Acción correctiva climatización: “Aislamiento térmicos en paredes de edificios”

Nombre de acción correctiva:	Aislamiento térmico en paredes de edificios
Código de la acción:	CLIM-01-CP
Problema a corregir:	Exceso de demanda térmica en oficinas y consumo extra de electricidad provocados por un aislamiento térmico insuficiente en las paredes de los edificios climatizados, según normas técnicas de edificación.

Descripción del problema:

El aislamiento térmico insuficiente en paredes es un problema generalizado para todas las oficinas y laboratorios que cuentan con sistema de aire acondicionado, el problema es que se trasfiere gran cantidad de calor hacia el interior de estas oficinas debido a la poca resistencia térmica en paredes aumentando así la temperatura del interior, creando un ambiente incómodo y caluroso para los usuarios; dicho calor es evacuado hacia el exterior por la unidad de aire acondicionado necesitando consumir electricidad hasta disminuir a la temperatura de confort nuevamente, la electricidad consumida puede ser hasta siete mayor. Los efectos de un aislamiento térmico insuficiente son:

- Aumento de la demanda térmica de la oficina o laboratorio.
- Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Necesidad de instalar un equipo de aire acondicionado con mayor capacidad refrigeradora.
- Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización.

Acción correctiva:

El aislamiento térmico en paredes consiste en colocar capas de material que cuenten con un valor de transmitancia térmica pequeño (resistencia térmica grande) sobre la pared, para disminuir la conducción de calor del exterior al interior de la oficina o laboratorio, cada capa que se coloque aumenta la resistencia a la transferencia de calor a través de la pared (disminuyendo el valor de transmitancia térmica). Ya se cuentan con normas técnicas de edificación que recomiendan un valor máximo para transmitancia térmica en paredes, cuyo valor es de $0.66 \text{ w/m}^2\text{K}$. Con valores mayores al anterior se considera que el edificio es térmicamente ineficiente. Entonces las paredes deben aislarse térmicamente hasta cumplir con la norma.

Especificaciones de la acción:

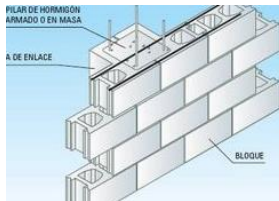
Procedimiento de implementación

En las oficinas y laboratorios climatizados en la universidad, se distingue entre tres tipos de paredes: pared exterior de ladrillo cocido, pared exterior de bloque de hormigón y pared interior de yeso-cartón, de las cuales ninguna cumple con el valor máximo de transmitancia térmica de $0.66 \text{ w/m}^2\text{K}$, en consecuencia se coloca aislamiento en las tres paredes. El material aislante utilizado es fibra de vidrio con alta resistencia térmica además de ser no inflamable. A continuación se detalla el valor de transmitancia térmica de las paredes sin aislar sustraídos de las tablas 3.126 a 3.143, como los valores de transmitancia de las paredes ya con el aislamiento térmico.

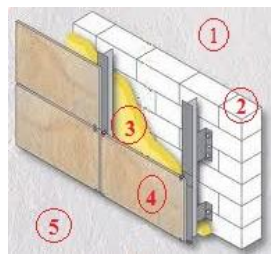
Continúa en la siguiente página

Pared exterior de bloque de hormigón

Pared exterior de bloque de hormigón sin aislamiento térmico ⁹			
Capa	Espesor (m)	Conductividad (W.K/m)	Resistencia (W/ m ² .K)
Resistencia superficial exterior			0.040
Bloque de hormigón	0.2	0.56	0.357
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total</i>			0.527
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			1.898

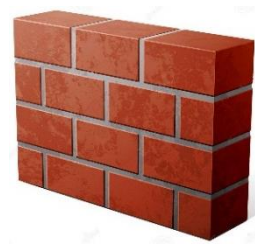


Pared exterior de bloque de hormigón con aislamiento térmico			
Capa	Espesor (m)	Conductividad (W.K/m)	Resistencia (W/ m ² .K)
1- Resistencia superficial exterior			0.040
2- Bloque de hormigón	0.2	0.56	0.357
3- Fibra de vidrio	0.08		2.500
4- Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
5- Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total</i>			3.083
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			0.325

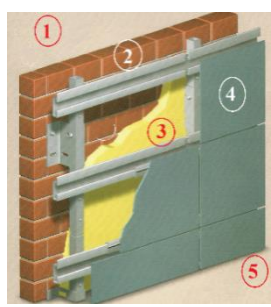


Pared exterior de ladrillo de barro cocido

Pared exterior de ladrillo sin aislamiento térmico			
Capa	Espesor (m)	Conductividad (W.K/m)	Resistencia (W/ m ² .K)
Resistencia superficial exterior			0.040
Ladrillo de barro cocido	0.15	0.87	0.172
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total</i>			0.342
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			2.824



Pared exterior de ladrillo con aislamiento térmico			
Capa	Espesor (m)	Conductividad (W.K/m)	Resistencia (W/ m ² .K)
1- Resistencia superficial exterior			0.040
2- Ladrillo de barro cocido	0.15	0.87	0.172
3- Fibra de vidrio	0.08		2.500
4- Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
5- Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total</i>			2.898
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			0.345



Continúa en la siguiente página

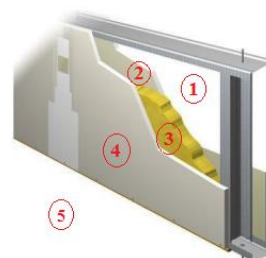
⁹ En las tablas las unidad de espeso es metro (m), de conductividad es watt kelvin por metro (W.K/m), de resistencia térmica es metro cuadrado kelvin por watt (m².K/W) y de transmitancia térmica (W/ m².K).

Pared interior de paneles de yeso-cartón

Pared interior paneles de yeso-cartón sin aislamiento térmico			
Capa	Espesor (m)	Conductividad (W.K/m)	Resistencia (W/ m ² .K)
Resistencia superficial exterior			0.130
Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
Cámara de aire sin ventilar	0.03		0.160
Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total</i>			<i>0.532</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>1.880</i>



Pared interior paneles de yeso-cartón con aislamiento térmico			
Capa	Espesor (m)	Conductividad (W.K/m)	Resistencia (W/ m ² .K)
1- Resistencia superficial exterior			0.130
2- Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
3- Fibra de vidrio	0.08		2.500
4- Panel de yeso-cartón	0.01	0.18	0.056
5- Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total</i>			<i>2.872</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>0.348</i>



El aislamiento de los tres tipos de paredes el mismo en la práctica, consistente en la colocación de una capa aislante de fibra de vidrio una la estructura metálica recubierta por una o dos placas de yeso-cartón. A continuación se describe el procedimiento mediante un cursograma sinóptico.

Cursograma analítico:		Aislar paredes en los edificios					
Actividad:	Aislar térmicamente las paredes de los edificios con una capa de fibra de vidrio	Operación	●				
		Transporte	➡				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Demora	◐				
Tiempo:	4 días	Inspección	■				
Número de personal:	Según el área a recubrir con aislante	Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
	<i>Levantar la estructura metálica</i>						
1	Medir y cortar canal base del suelo	●					
2	Colocar canal base en el suelo		➡				a lo largo de la pared
3	Taladrar canal base y suelo cada 80cm	●					
4	Anclar canal base al suelo	●					
5	Verificar si el canal base cubre toda la longitud de la pared			◐			
6	Completar canal base si hace falta hasta cubrir la longitud completa de la pared	●					Repetir operaciones de 1 a 5 para esta actividad

Continúa en la siguiente página

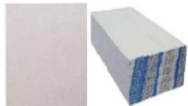







7	Montar canal base del techo	●					Repetir operaciones ,1 a 8
8	Medir altura del suelo al techo restando 10mm	●					Previendo problemas por dilataciones térmicas
9	Medir y cortar los montantes verticales	●					longitud de operación 9
10	Colocar montantes verticales en canales base	●					Separación cada 40cm
11	Taladrar uniones de canales y montantes extremos de la estructura (cuatro esquinas)	●					Broca de 2mm
12	Atornillar uniones con taladro	●					usar tornillos autorroscantes
Montar capa de fibra de vidrio aislante							
13	Desembalar fibra de vidrio aislante	●					
14	Medir y cortar tiras de aislante de 40cm	●					
15	Colocar aislante entre los espacios de montantes verticales	●					Cubrir toda la estructura
16	Medir espacios faltantes de aislar	●					
17	Medir y cortar fibra aislante según faltantes	●					
18	Colocar aislante en espacio faltantes	●					
Montar placa de cartón-yeso							
19	Medir la altura del suelo al techo menos 10mm y marcarla en la placa de cartón-yeso	●					se resta 10mm para evitar problemas por dilatación
20	Pasar la cuchilla sobre la marca sobre el lado de color más claro de la placa de cartón-yeso	●					se debe aplicar la cuchilla con fuerza para el corte
21	Partir la placa presionando el lado más corto	●					Rematar corte con cuchilla
22	Quitar irregularidades cepillando el perfil del corte en la placa	●					Utilizar el cepillo rugoso
23	Colocar placa sobre los perfiles y atornillar para unir el cartón-yeso a los montantes metálicos	●					Usar atornillador eléctrico y tornillos específico (negros) tornillos cada 30cm
Remate y acabado de pared							
24	Tapar los huecos de tornillos con pasta	●					Utilizar espátula angosta
25	Tapar huecos entre placa y placa, y otros cortes con pasta para juntas	●					Utilizar una espátula de ancha (18cm)
26	Medir, cortar y colocar cinta para cartón-yeso sobre los huecos empastados	●					Presionar con los dedos o espátula vitando burbujas
27	Extender más pasta sobre las juntas para igualar las placas	●					Pasar espátula para alizar si es necesario
28	Dejar secar por ocho horas	●					Tiempo según fabricante
29	Colocar guardavivos o cinta reforzada entre las uniones de pared y el techo	●					Para evitar daños por esfuerzos térmicos
30	Medir, cortar y colocar cinta para cartón-yeso sobre los guardavivos	●					
31	Lijar con lija fina las imperfecciones que hayan quedado sobre la pasta para juntas	●					
Total		28	1	1	1	0	

- Para calcular la cantidad de paneles de cartón-yeso se toma en cuenta la superficie de todas las paredes de la oficina o laboratorio, menos la superficie de huecos de ventanas y puertas (información detallada en las tablas 3.126 a 3.143) más un excedente de 5% por motivos de corte. Realizar una inspección del área para corroborar superficie total de la oficina, así como superficies de paredes individuales.

Continúa en la siguiente página

- La cantidad de aislante de fibra de vidrio es prácticamente igual a la cantidad de placa de cartón-yeso.
- Para saber cuántos canales metálicos (horizontales) son necesarios solo hay que medir la pared y multiplicar por dos (un canal para el suelo y otro para el techo). Los montantes (verticales) se colocan cada 40cm empotrados dentro de los canales horizontales, entonces dividiendo el largo del canal horizontal entre 40cm se obtiene el número de montantes verticales.
- Importante mencionar que el procedimiento anterior detalla el montaje de una nueva pared interior de cartón-yeso, pero hay lugares donde habrá antes que retirar paredes o divisiones antiguas. También, hay paredes exteriores donde no se hará el procedimiento completo, pues sobre la pared fija se coloca el aislamiento térmico cubriéndola con una placa de cartón-yeso.

Materiales para la acción correctiva

	Material: Placas de cartón-yeso Especificaciones Medida: 4'x8' x 12mm Precio unitario: \$ 6.20 Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Material: Canales y montantes metálicos Especificaciones Medida: 2 ½ x 1 ½ " x 10' Precio unitario: \$ 1.60 Proveedor: Vidrí S. A de C. V
	Material: Fibra de vidrio flexible Especificaciones Medida: 2 ½ " x 10m x 1.2m Precio unitario: \$ 47.25 Proveedor: Fiber center S. A		Material: Rollo de guardavivos Especificaciones Medida: 30 m Precio unitario: \$ 15.00 Proveedor: Vidrí S. A de C. V
	Material: Cinta para juntas Especificaciones Medida: 2" x 300' Precio unitario: \$ 3.75 Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Material: Pasta preparada para juntas Especificaciones Medida: Cubeta (4 Gal) Precio unitario: \$ 15.60 Proveedor: Vidrí S. A de C. V
	Material: Tacos y tornillo "ancla" Especificaciones Medida: 10 mm Precio unitario: \$ 0.04 Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Material: Tornillos auto-roscantes Especificaciones Medida: 6 mm Precio unitario: \$ 0.02 Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Nivel de burbuja		UES-FMOcc
Tijeras corta-chapas		UES-FMOcc
Flexómetro		UES-FMOcc
Espátula de emplastecer		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Específica para el tipo de suelo de la oficina	UES-FMOcc
Broca de 2mm	Para metal de los canales	UES-FMOcc
Cuchillo (cutter)		UES-FMOcc
Cepillo rugoso	Para rematar perfil de placa de cartón-yeso	UES-FMOcc
Mini serrucho	Para dar forma a la placa de catón-yeso y cajearla	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc

Continúa en la siguiente página

Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuentas los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad de los participantes en los trabajos:

- Utilizar guantes cuando se corten los canales metálicos para evitar posibles heridas en las manos.
- Utilizar mascarilla siempre que se corten y taladren las placas de cartón-yeso y perfiles metálicos.
- Utilizar lentes y guantes siempre que se use el talador atornillador.

Costo unitario de implementación:

El costo unitario de implementación depende del grado en que la acción de aislamiento térmico en paredes se implemente. Se detallan los materiales el grado de implementación más completo:

2 m ² de placa de cartón-yeso (un metro por lado).....	\$ 4.13/m ²
1 m ² de fibra de vidrio aislante.....	\$ 3.94/m ²
3.15 m de canales y montantes metálicos.....	\$ 1.70/m ²
10 tornillos auto-roscantes.....	\$ 0.20/m ²
1 taco y ancla.....	\$ 0.02/m ²
1 m de cinta para juntas.....	\$ 0.05/m ²
0.5 m de guardavivos.....	\$ 0.25/m ²
Pasta para juntas.....	\$ 0.19/m ²

Ahora se calcula el costo unitario de implementación para los tres grados de aislamiento térmico.

Grado 1: Cuando instalan paredes divisorias nuevas (Pared interior) en una oficina. Las paredes interiores nuevas están compuestas por todos los materiales, dos placas de cartón-yeso, una capa de aislante de fibra de vidrio entre ellas, la estructura montante de las placas y los remates con pasta para juntas, cinta, guarda-vivos.

Costo unitario de implementación Grado 1 **\$10.48/m²**

Grado 2: Cuando se aíslan paredes exteriores de bloques de concreto, ladrillo, entre otros. En este caso las paredes nuevas se montan sobre las paredes exteriores y estarán compuestas por los mismos materiales del Grado 1, menos una placa de cartón-yeso que se sustituye por la pared exterior.

Costo unitario de implementación Grado 2 **\$08.41/m²**

Grado 3: Cuando se aíslan paredes de cartón-yeso (Específica para edificio de Carreras Múltiples). En este caso solo se instala la capa de fibra de vidrio aislante sobre la estructura metálica de la pared ya existente. Y se tendrán los costos del remate de la pared con pasta y cinta para juntas.

Costo unitario de implementación Grado 3 **\$04.63/m²**

Beneficios de la acción:

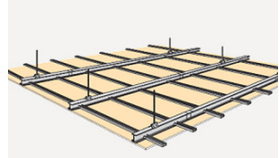
- Disminución de la demanda térmica de la oficina o laboratorio climatizado.
- Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Posibilidad de instalar un equipo de aire acondicionado con menor capacidad refrigeradora.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores

Tabla 4.177 Acción correctiva climatización: “Aislamiento térmicos en techos de edificios”

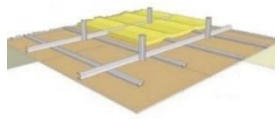
Nombre de acción correctiva:	Aislamiento térmico en techos de edificios
Código de la acción:	CLIM-02-CP
Problema a corregir:	Exceso de demanda térmica en las oficinas y consumo extra en electricidad provocados por un aislamiento térmico insuficiente en los techos o cubiertas de edificios climatizados, según normas técnicas de edificación.
Descripción del problema:	
<p>El aislamiento térmico insuficiente en techos o cubiertas es un problema generalizado para todas las oficinas y laboratorios que cuentan con sistema de aire acondicionado, la consecuencia es que se trasfiere gran cantidad de calor hacia el interior de estas oficinas debido a la poca resistencia térmica, aumentando la temperatura del interior de éstos, creando un ambiente incómodo y caluroso para los usuarios. Dicho calor es evacuado hacia el exterior por la unidad de aire acondicionado necesitando consumir electricidad para lograrlo, este disminuye la temperatura hasta la temperatura confort que según normas de higiene y seguridad ocupacional ronda entre 23 y 25°C, la electricidad consumida puede ser hasta once veces mayor que con un aislamiento térmico suficiente en techos. Los efectos de un aislamiento térmico insuficiente son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la demanda térmica de la oficina o laboratorio. • Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora. • Necesidad de instalar un equipo de aire acondicionado con mayor capacidad refrigeradora. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización. 	
Acción correctiva:	
<p>El aislamiento térmico en techos o cubiertas consiste en colocar capas de material que cuenten con un valor de transmitancia térmica pequeño (resistencia térmica grande) sobre estos, para disminuir la conducción de calor del exterior al interior de la oficina o laboratorio, cada capa que se coloque aumenta la resistencia a la transferencia de calor a través del techo o cubierta (disminuyendo el valor de transmitancia térmica). Ya se cuentan con normas técnicas de edificación que recomiendan un valor máximo para la transmitancia térmica en techos o cubiertas, cuyo valor es de 0.38 w/m²K. Con valores mayores al anterior se considera que el edificio es térmicamente ineficiente.</p>	
Especificaciones de la acción:	Proceso de implementación
<p>En las oficinas y laboratorios climatizados en la UES-FMOcc se distingue entre cuatro tipos de techos o cubiertas: Techo de lámina de acero con cubierta de falso techo “yeso”, cubierta de falso techo de “madera”, cubierta de losa de hormigón y cubierta de falso techo “yeso” de las cuales ninguna cumple con el valor máximo de transmitancia térmica de 0.38 w/m²K según el Código Técnico de Edificación Español, en consecuencia se coloca aislamiento en los cuatro techos o cubiertas. El material aislante utilizado es fibra de vidrio que cuenta con alta resistencia térmica además de no ser inflamable.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cubierta de revestimiento de madera “cielo falso”

Cubierta de falso techo “madera” sin aislamiento térmico ¹⁰			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.040
Revestimiento de madera	0.01	0.15	0.067
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			0.237
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			4.219

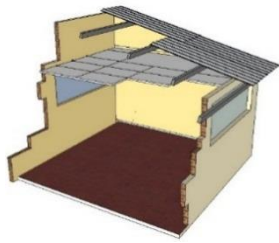


Cubierta de falso techo “madera” con aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.040
Fibra de vidrio	0.08		2.500
Revestimiento de madera	0.01	0.81	0.012
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			3.083
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			0.325

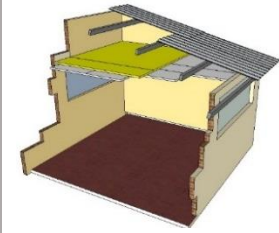


Cubierta de lámina de acero con cielo falso de yeso

Techo de lámina de acero sin aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.040
Lámina de acero	0.005	58.0	0.0001
Cámara de aire sin ventilar	0.25		0.160
Panel de yeso (cielo falso)	0.01	0.81	0.012
Resistencia superficial interior			0.100
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			0.3121
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			3.204



Techo de lámina de acero con aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.0400
Lámina de acero	0.005	58.0	0.0001
Cámara de aire sin ventilar	0.25		0.1600
5- Fibra de vidrio	0.08		2.5000
6- Panel de yeso	0.01	0.81	0.0120
7- Resistencia superficial interior			0.1000
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			2.8121
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			0.3560



Continúa en la siguiente página

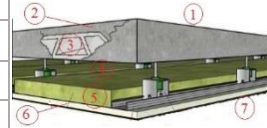
¹⁰ En las tablas las unidad de espeso es metro (m), de conductividad es watt kelvin por metro (W.K/m), de resistencia térmica es metro cuadrado kelvin por watt (m².K/W) y de transmitancia térmica (W/ m².K).

Cubierta de losa de hormigón

Cubierta de losa de hormigón sin aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.100
Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.092
Bloque hueco de hormigón	0.20	0.56	0.357
Resistencia superficial interior			0.100
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			<i>0.649</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>1.541</i>

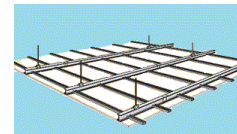


Cubierta de losa de hormigón con aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
1- Resistencia superficial exterior			0.100
2- Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.092
3- Bloque hueco de hormigón	0.20	0.56	0.357
4- Cámara de aire sin ventilar	0.20		0.160
5- Fibra de vidrio	0.08		2.500
6- Panel de yeso	0.01	0.81	0.012
7- Resistencia superficial interior			0.100
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			<i>3.321</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>0.301</i>

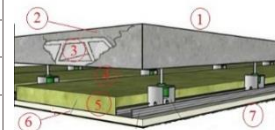


Cubierta de revestimiento de yeso “cielo falso”

cubierta de revestimiento de yeso sin aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.100
Revestimiento de yeso	0.01	0.81	0.012
Resistencia superficial interior			0.100
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			<i>0.212</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>4.717</i>



Cubierta de revestimiento de yeso con aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
1- Resistencia superficial exterior			0.100
2- Revestimiento de hormigón armado	0.15	1.63	0.092
3- Bloque hueco de hormigón	0.20	0.56	0.357
4- Cámara de aire sin ventilar	0.20		0.160
5- Fibra de vidrio	0.08		2.500
6- Panel de yeso	0.01	0.81	0.012
7- Resistencia superficial interior			0.100
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			<i>3.321</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>0.301</i>



Continúa en la siguiente página

Nota: En la última tabla se incluye la losa de hormigón armado a la cubierta de revestimiento de yeso, porque se ha corregido ya el problema de la capa de aire extensa existente entre el cielo falso y la losa de concreto armado en el edificio de Carreas Múltiples, lo que provocaba que el techo fuera solo el cielo falso. La corrección se logra prolongando las paredes hasta la losa cuando se coloca el aislamiento en paredes. Entonces la losa forma parte del techo de la oficina en estas condiciones.

El aislamiento de los cuatro tipos de techos o cubiertas es para fines prácticos el mismo, consistente en la colocación de una capa aislante de fibra de vidrio en la estructura metálica que sostiene el cielo falso. A continuación se describe el procedimiento mediante un cursograma sinóptico. Se describirá un procedimiento sobre instalación de cielo falso de yeso con aislamiento térmico de fibra de vidrio completo, sin embargo, hay oficinas que ya cuentan con cielo falso y como consecuencia se seguirá el procedimiento desde el paso de la instalación del aislante térmico.

Cursograma analítico:		Aislamiento térmico en techos o cubiertas en los edificios					
Actividad:	Aislar térmicamente techos y cubiertas de los edificios con una capa de fibra de vidrio	Operación	●				
		Transporte	➡				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Demora	◐				
Tiempo:	Según el área a recubrir con aislante	Inspección	■				
Número de personal:	Según el área a recubrir con aislante	Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
	Montar estructura portante de perfiles metálicos						
1	Trazar y marcar la ubicación de cada tensor que sujetara la estructura portante	●	➡				Separación de 120cm en ambos sentidos
2	Instalar tensores de estructura portante	●					
3	Medir perímetro de la oficina o laboratorio	●					
5	Medir y cortar perfil canal del tamaño del perímetro de la oficina y laboratorio	●					
6	Anclar los perfiles canales al perímetro de la oficina a la altura que quedará el cielo falso	●					Se recomienda una altura de 270cm
7	Medir y cortar los perfiles portantes con la medida de pared con mayor longitud	●					
8	Empotrar perfiles portantes en perfil canal perimetral con separación según placa de yeso, sin atornillar	●					Paralelos a la pared
9	Atornillar perfiles portantes a los tensores lateralmente	●					Con atornillador eléctrico y tornillos auto-roscantes
10	Medir y cortar perfil omega con la medida de pared de menor longitud	●					
12	Empotrar perfil omega en canal perimetral con separación según placas de yeso	●					dejar 5mm de separación con pared por dilatación
10	Atornillar perfil omega a perfiles portantes de forma vertical	●					Atornillar ambos lados del perfil omega
	Montar capa de fibra de vidrio aislante						
12	Desembalar fibra de vidrio aislante	●					
13	Medir y cortar tiras de aislante	●					

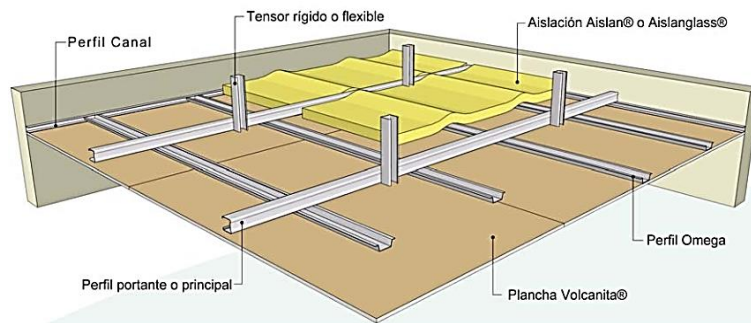
Continúa en la página siguiente

Continuación de acción correctiva: Aislamiento térmico en techos de edificios

14	Colocar aislante entre los espacios de montantes verticales	●					Cubrir toda la estructura
15	Medir espacios faltantes de aislar	●					
16	Medir y cortar fibra aislante según faltantes	●					
17	Colocar aislante en espacio faltantes	●					
Instalación de placas de cartón-yeso							
18	Medir longitud de las placas para corte buscando colocarlas alternadamente sobre perfiles omega (dejar la primera completa)	●					se resta 10mm en la última y primera placa para evitar problemas por dilatación
19	Pasar la cuchilla sobre la marca sobre el lado de color más claro de la placa de cartón-yeso	●					se debe aplicar la cuchilla con fuerza para el corte
20	Partir la placa presionando el lado más corto	●					Rematar corte con cuchilla
21	Quitar irregularidades cepillando el perfil del corte en la placa	●					Utilizar el cepillo rugoso
22	Colocar placa sobre los perfiles omega y atornillar para unir el cartón-yeso a los perfiles metálicos	●					Usar atornillador eléctrico y tornillos específico (negros) tornillos cada 30cm
Remate y acabado de cielo falso							
23	Tapar los huecos de tornillos con pasta	●					Utilizar espátula angosta
24	Tapar huecos entre placa y placa, y otros cortes con pasta para juntas	●					Utilizar una espátula de ancha (18cm)
25	Medir, cortar y colocar cinta para cartón-yeso sobre los huecos empastados	●					Presionar con los dedos o espátula vitando burbujas
26	Extender más pasta sobre las juntas para igualar las placas	●					Pasar espátula para alizar si es necesario
27	Dejar secar por ocho horas	●					Tiempo según fabricante
28	Colocar guardavivos o cinta reforzada entre las uniones de pared y el techo	●					Para evitar daños por esfuerzos térmicos
29	Medir, cortar y colocar cinta para cartón-yeso sobre los guardavivos	●					
30	Lijar con lija fina las imperfecciones que hayan quedado sobre la pasta para juntas	●					
Total		28	1	1	0	0	

Notas: Se describen a continuación algunas consideraciones para el montaje de las placas de aislante.

- La siguiente figura describe las partes integrantes de un cielo falso raso, para una mayor comprensión del procedimiento de montaje.

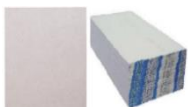










Continúa en la siguiente página

Continuación de acción correctiva: Aislamiento térmico en techos de edificios

- Para calcular la cantidad de paneles de cartón-yeso se toma en cuenta la superficie del techo de la oficina o laboratorio (información detallada en las tablas 3.126 a 3.143), más un excedente del 5% por motivos de corte. Realizar una inspección del área para corroborar superficie total de techo de la oficina.
- La cantidad de aislante de fibra de vidrio es prácticamente igual a la cantidad de placa de cartón-yeso.
- La cantidad de perfil canal será igual a la longitud del perímetro de la oficina o laboratorio, el número de tensores se obtiene dividiendo el techo en una cuadrícula con cuadros de 120cm por lado y colocando un tensor en cada vértice de cuadro, el número perfiles portantes es igual a la longitud de la pared más larga dividida entre 120 cm y su longitud es igual a la longitud de la pared más corta menos 10mm para evitar problemas por dilatación térmica; y el número de perfiles omega es igual a la longitud de la pared más corta dividida entre 120cm y su longitud es igual a la longitud de la pared más corta menos 10mm.
- Es importante mencionar que el procedimiento anterior describe la instalación de cielo falso con aislamiento térmico desde cero, sin embargo, hay oficinas y laboratorios que ya cuentan con cielo falso instalado; en estos lugares se requiere únicamente instalar la capa de fibra de vidrio aislante.

Materiales para la acción correctiva:

	<p>Material: Placas de cartón-yeso</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 4'x8' x 12mm</p> <p>Precio unitario: \$ 6.20</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>		<p>Material: Canales y montantes metálicos</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 2 ½ x 1 ½ ” x 10’</p> <p>Precio unitario: \$ 1.60</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>
	<p>Material: Fibra de vidrio flexible</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 2 ½ ” x 10m x 1.2m</p> <p>Precio unitario: \$ 47.25</p> <p>Proveedor: Fiber center S. A</p>		<p>Material: Rollo de guardavivos</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 30 m</p> <p>Precio unitario: \$ 15.00</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>
	<p>Material: Cinta para juntas</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 2” x 300’</p> <p>Precio unitario: \$ 3.75</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>		<p>Material: Pasta preparada para juntas</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: Cubeta (4 Gal)</p> <p>Precio unitario: \$ 15.60</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>
	<p>Material: Tacos y tornillo “ancla”</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 10 mm</p> <p>Precio unitario: \$ 0.04</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>		<p>Material: Tornillos auto-roscantes</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: 6 mm</p> <p>Precio unitario: \$ 0.02</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>
	<p>Material: Cuelgue del cielo falso</p> <p>Especificaciones</p> <p>Medida: ¼ ” x 10”</p> <p>Precio unitario: \$ 0.27</p> <p>Proveedor: Vidrí S. A de C. V</p>		

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Nivel de burbuja		UES-FMOcc
Tijeras corta-chapas		UES-FMOcc

Continúa en la siguiente página

Flexómetro		UES-FMOcc
Espátula de emplastecer		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Específica para el tipo de suelo de la oficina	UES-FMOcc
Broca de 2mm	Para metal de los canales	UES-FMOcc
Cuchillo (cutter)		UES-FMOcc
Cepillo rugoso	Para rematar perfil de placa de cartón-yeso	UES-FMOcc
Mini serrucho	Para dar forma a la placa de catón-yeso y cajearla	UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad.

- Utilizar guantes cuando se corten y manipulen canales metálicos para evitar posibles heridas en las manos.
- Utilizar mascarilla siempre que se corten y taladren las placas de cartón-yeso y perfiles metálicos.
- Utilizar lentes y guantes siempre que se use el talador atornillador.

Costo unitario de implementación:

El costo unitario de implementación depende del grado en que la acción de aislamiento térmico en cubiertas o techos se implemente. El material necesario para aislar un metro cuadrado de techo Grado 1:

1 m ² de placa de cartón-yeso.....	\$ 2.07/m ²
1 m ² de fibra de vidrio aislante.....	\$ 3.94/m ²
3.15 m de canales y montantes metálicos.....	\$ 1.70/m ²
10 tornillos auto-roscantes.....	\$ 0.20/m ²
1 tornillo y ancla.....	\$ 0.02/m ²
1 m de cinta para juntas.....	\$ 0.05/m ²
0.5 m de guardavivos.....	\$ 0.25/m ²
Pasta para juntas.....	\$ 0.19/m ²
3 Cuelgues de cielo falso.....	\$ 0.81/m ²

Ahora se calcula el costo unitario para los dos grados de aislamiento térmico en techos.

Grado 1: Cuando se tiene que instalar falso techo nuevo o una sustitución de falso techo viejo y obsoleto. Este grado de implementación es el más completo y se utiliza todo el material descrito.

Costo unitario de implementación Grado 1.....\$09.22/m²

Grado 2: Cuando se aíslan falsos techos de cartón-yeso ya instalados. En este caso solo se instala la capa de fibra de vidrio aislante. Y se tendrán los costos del remate del falso techo con pasta y cinta para juntas.

Costo unitario de implementación Grado 2.....\$04.63/m²

Beneficios de la acción:

- Disminución de la demanda térmica de la oficina o laboratorio climatizado.
- Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Posibilidad de instalar un equipo de aire acondicionado con menor capacidad refrigeradora.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores

Tabla 4.178 Acción correctiva climatización: “Instalación de termostatos digitales”


Nombre de acción correctiva:	Instalación de termostatos digitales
Código de la acción:	CLIM-03-CP
Problema a corregir:	Poco control de la temperatura de confort debido a la imprecisión de los termostatos análogos de hasta 2 °C y falta de programación en el uso de las unidades de aire acondicionado.
Descripción del problema:	
<p>Los termostatos instalados actualmente en las oficinas y laboratorios de la Universidad son analógicos, los cuales tiene una imprecisión de hasta 2 °C. En el peor de los casos, es la temperatura ajustada de la oficina o laboratorio resulta estar dos grados abajo de la temperatura de confort de 24 °C, esto produce un consumo extra de energía, ya que aumentar en un grado la temperatura de confort aumenta el consumo de electricidad del Sistema de Climatización entre 6 y 10% (IDAE, n.e, p. 7). A demás la instalación de termostatos digitales corregiría otros inconvenientes como el uso del aire acondicionado en intervalos de descanso, debido a que estos cuentan con un sistema de programación de la unidad climatizadora, lo que permite programar el horario que se usará el aire acondicionado según los tiempos de actividad y descanso del laboratorio u oficina. Los inconvenientes de estos termostatos analógicos en resumen son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor control de la temperatura de confort con imprecisión de hasta 2 °C. • Incapacidad de programación de intervalos de funcionamiento de la unidad climatizadora. • Funcionamiento del aire acondicionado cuando el espacio se encuentra vacío. • Mayor consumo de electricidad. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización. 	
Acción correctiva:	
<p>Se realiza una sustitución de los termostatos analógicos instalados actualmente, por termostatos digitales de mayor precisión de temperatura y de programación del horario funcionamiento del Sistema. Esto permitirá regular la temperatura y el funcionamiento de la unidad climatizadora de la oficina o laboratorio de manera automática, reduciendo dos tipos de consumo extra en electricidad, el primero debido a la imprecisión de la temperatura de los termostatos análogos y el segundo debido a los hábitos y descuidos humanos que causan que el aire acondicionado funcione en intervalos de descanso donde es espacio climatizado se encuentra vacío.</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>Todas las oficinas o laboratorios climatizados cuentan con termostatos analógicos instalados, estos se sustituirán por el termostato digital el QUALITY QTH-1000D que cuenta con funciones de programación de tiempos de funcionamiento. Se describe en seguida el procedimiento de sustitución del termostato mediante el siguiente cursograma sinóptico.</p>	
Continúa en la siguiente página	


Cursograma analítico:		Instalación de termostatos digitales					
Actividad:	Sustituir termostatos análogos por termostatos digitales en las oficina y laboratorios	Operación	●				
		Transporte	➡				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Demora	◐				
Tiempo:	2 horas/termostato instalado	Inspección	■				
Número de personal:	Según el área a recubrir con aislante	Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Desconectar la electricidad bajando el interruptor que alimenta el área de trabajo	●					
2	Retirar el termostato análogo antiguo	●					
3	Leer detenidamente las instrucciones del aparato que se va instalar	●					
4	Desembalar el termostato digital y abrirlo	●					haciendo palanca con un destornillador
5	Separar la placa trasera que irá fija a la pared y que lleva los bornes para cables	●					
6	Colocar la placa en la pared y marcar el lugar donde van los tornillos	●					Equilibrar el mecanismo con un nivel de burbuja
7	Perforar los orificios con un taladro	●					
8	Atornillar placa trasera a la pared	●					
9	Conectar los cables a los bornes del termostato según el manual de fabricante	●					Cerciorarse antes que la electricidad este cortada
10	Colocar las pilas y la tapa en su lugar y leer instrucciones para programarlo	●					
11	Programar termostato digital	●					
	Total	10	1	0	0	0	

Nota: La cantidad de termostatos a instalar es igual a la cantidad de unidades climatizadoras de tipo mono-Spilt instaladas. Este termostato es provisional y debe evaluarse su instalación, pues en el largo plazo se propone cambiar el Sistema de Climatización de la UES-FMOcc con antigüedad de 30 años, por aires acondicionados modernos que ofrecen termostatos digitales de mejor funcionalidad.

Ante cualquier modificación en el procedimiento, debe informarse al Coordinador de mantenimiento.

Materiales para la acción correctiva:

	Material: Termostato digital
	Especificaciones
	Medida: -----
	Precio unitario: \$ 32.39
	Proveedor: Granada S. A de C.V

	Material: Tacos y tornillo "Ancla"
	Especificaciones
	Medida: 10mm
	Precio unitario: \$ 0.02
	Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Continúa en la siguiente página

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornillador de precisión		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Específica para el tipo de suelo de la oficina	UES-FMOcc
Alicate pelacables		UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad de los participantes en los trabajos:

- Utilizar mascarilla y guantes siempre que se corten y taladren las placas de cartón-yeso o paredes de las oficinas.
- Utilizar lentes siempre que se use el talador atornillador.

Costo unitario de implementación:

El costo de implementación unitario será únicamente el costo del termostato digital que se compra más los tacos, ya que, no es difícil la instalación y la realizará la unidad de mantenimiento interno de la Universidad de El Salvador.

Costo de implementación unitario.....\$32.41/termostato

Beneficios de la acción:

Con la implementación de esta acción correctiva se obtienen los siguientes beneficios:

- Mayor control de la temperatura de confort con precisión de hasta 0.1 °C
- Capacidad de programar los intervalos de funcionamiento de la unidad climatizadora.
- Menor consumo de electricidad.
- Disminución en el costo de la factura eléctrica por los beneficios anteriores

Tabla 4.179 Acción correctiva climatización: “Aislamiento térmico en ventanas”

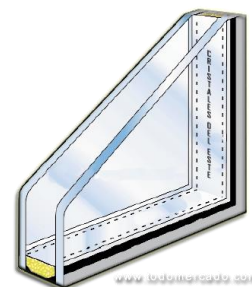
Nombre de acción correctiva:	Aislamiento térmico en ventanas
Código de la acción:	CLIM-04-CP
Problema a corregir:	Exceso de demanda térmica en las oficinas y consumo extra en electricidad provocados por un aislamiento térmico insuficiente en las ventanas de los edificios climatizados, según normas técnicas de edificación.
Descripción del problema:	
<p>El aislamiento térmico insuficiente en ventanas es un problema generalizado para todas las oficinas y laboratorios que cuentan con sistema de aire acondicionado, el problema es que se trasfiere gran cantidad de calor hacia el interior de estas oficinas debido a la poca resistencia térmica en ventanas, lo que produce que la temperatura del interior aumente, creando un ambiente incómodo y caluroso para los usuarios. Dicho calor es evacuado hacia el exterior por la unidad de aire acondicionado necesitando consumir electricidad hasta disminuir a la temperatura de confort nuevamente, la electricidad consumida puede ser hasta un tercio mayor. Efectos de un aislamiento térmico insuficiente en ventanas son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la demanda térmica de la oficina o laboratorio. • Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora. • Aumento de la temperatura interior del espacio. • Necesidad de instalar un equipo de aire acondicionado con mayor capacidad refrigeradora. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización. 	
Acción correctiva:	
<p>El aislamiento térmico en ventanas consiste en colocar ventanas con doble vidrio en las oficinas y laboratorios que cuentan con sistema de aire acondicionado, este tipo de ventana permite dejar una cámara de aire entre los dos vidrios que la componen, el cual sirve como una capa de aislante térmico que permite disminuir la conducción de calor del exterior al interior de la oficina o laboratorio, la capa de aire aumenta la resistencia a la transferencia de calor a través de la ventana (disminuyendo el valor de transmitancia térmica). Ya se cuentan con normas técnicas de edificación que recomiendan un valor máximo promedio para transmitancia térmica en ventanas, cuyo valor es de 3.00 w/m²K. Con valores mayores al anterior se considera que el edificio es térmicamente ineficiente.</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>En las oficinas y laboratorios climatizados se distingue dos tipos de ventanas: las conocidas como sol-aire, y una combinación de ventana entre ventana de vidrio fijo y sol-aire de las cuales ninguna cumple con el valor máximo de transmitancia térmica de 3.00 w/m²K, en consecuencia se coloca aislamiento en ambas. Ambas ventanas (fija y sol-aire) tiene la misma transmitancia térmica, ya que se componen solamente un cristal de 5mm de espesor. El aislamiento térmico consiste en colocar nuevas ventanas con doble vidrio.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Ventana de vidrio

Ventana de un vidrio tipo sol-aire y fija sin aislamiento térmico ¹¹			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.040
vidrio para acristalar	0.005	0.95	0.005
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			<i>0.175</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>5.714</i>



Ventana doble vidrio con aislamiento térmico			
Capa	Espesor	Conductividad	Resistencia
Resistencia superficial exterior			0.040
vidrio para acristalar	0.005	0.95	0.005
capa de aire estancada (gas aislante)	0.020		0.16
vidrio para acristalar	0.005	0.95	0.005
Resistencia superficial interior			0.130
<i>Resistencia térmica total (m².K/W)</i>			<i>0.340</i>
<i>Transmitancia térmica total (W/ m².K)</i>			<i>2.941</i>



El procedimiento general para la implementación de la acción es el siguiente:

1. *Evaluación del grado de implementación necesaria de la acción*.....
2. *Calculo del material necesario para la ejecución*.....
3. *Ejecución del aislamiento térmico de ventanas*.....



1. Evaluación del grado de implementación necesaria en la acción

Debido a que se reutilizará el vidrio de las ventanas de las oficinas, se tienen dos grados de implementación como consecuencia de la existencia de dos tipos de ventanas, el tipo 1 “ventana sol-aire” y el tipo 2 “ventana sol-aire y vidrio fijo”, en las ventanas tipo 1 no se reutilizará el vidrio porque la componen bloques de vidrio con forma muy alargada y superficie demasiado pequeñas, en la ventana tipo 2 se reutilizará la parte de la ventana de vidrio fijo, ya que tienen forma y superficie suficientemente grandes.



Ventana tipo 1: Ventana Sol-aire



Ventana tipo 2: Ventana Sol-aire y Fija

Continúa en la siguiente página

¹¹ En las tablas las unidad de espeso es metro (m), de conductividad es watt kelvin por metro (W.K/m), de resistencia térmica es metro cuadrado kelvin por watt (m².K/W) y de transmitancia térmica (W/ m².K).

En consecuencia el grado de implementación está referido a si se trata de ventana tipo 1 “sol-aire” donde se instala una ventana doble vidrio nueva o si se trata de una ventana tipo 2 “sol-aire y vidrio fijo” donde se instala ventana doble vidrio de las mismas características, pero se reutiliza el vidrio fijo de la ventana anterior.



2. Cálculo del material necesario para la ejecución

El cálculo es entonces para la ventana tipo 1 de los materiales completos para la instalación de una ventana doble vidrio, y para la ventana tipo 2 el cálculo es de los materiales completos menos los vidrios fijos de la ventanas que se reutilizaran para la instalación de la nueva ventana.



3. Ejecución del aislamiento térmico en ventanas

Como su nombre lo indica es la instalación de las ventanas doble vidrio en las oficinas y laboratorios que están climatizadas con sistema de aire acondicionado, no se entra en más detalles. En la siguiente parte “Costos de implementación unitaria” se detallan posibles precios de instalación de ventana doble vidrio por unidad de superficie.

El tiempo de ejecución del procedimiento dependerá de las dimensiones del trabajo a realizar, según las dimensiones de superficie de pared a ser aisladas que se detallan en las tablas 3.126 a 3.143.

Costos unitario de implementación:

A continuación se brindan precios promedio ventanas doble vidrio por metro cuadrado instalado de empresas dedicadas a la comercialización de este producto, sin embrago, y como recomendación, se debe evaluar si los costos disminuyen a comprar las partes que componen las ventanas doble vidrio como: los perfiles del marco, los cristales, chapas, burletes, etc. Y ensamblar la ventana

Material:	Ventana corrediza o fija	Material	Ventana corrediza o fija
	Pecio/m ² : \$ 150.00/m ²		Pecio/m ² : \$ 66.67/m ²
	Proveedor: INCO El Salvador		Proveedor: A V de occidente
	Teléfono: (503) 7886-0987		Teléfono: 2449-0494
	Dirección: Calle José Mariano		Dirección: Urbanización San
Méndez N° 10, entre 2ª y 4ª avenida sur, Santa Ana		Dionisio Block “C” Senda lotes # 7 y 8 Santa Ana	

Beneficios de la acción:

Con la implementación de la acción se obtienen los siguientes beneficios:

- Disminución de la demanda térmica de la oficina o laboratorio climatizado.
- Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Posibilidad de instalar un equipo de aire acondicionado con menor capacidad refrigeradora.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Tabla 4.180 Acción correctiva climatización: “Instalación de protección solar para cristales de ventanas”

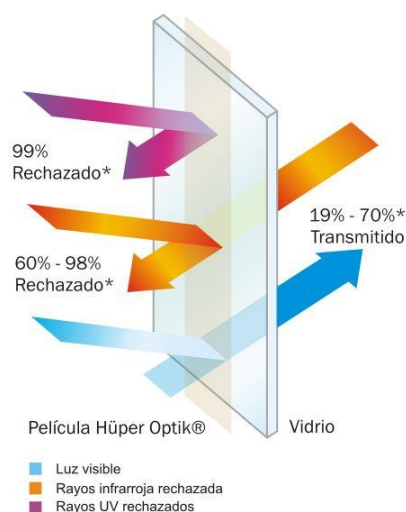
Nombre de acción correctiva:	Instalación de protección solar para cristales de ventanas
Código de la acción:	CLIM-05-CP
Problema a corregir:	Exceso de demanda térmica en las oficinas y consumo extra en electricidad, provocados por radiación solar infiltrada hacia el interior del laboratorio u oficinas a través de ventanas acristaladas transparentes.
Descripción del problema:	
<p>Las ventanas sin protección solar es un problema que se encuentra en la mayoría de ventanas acristaladas de la UES-FMOcc, generando el inconveniente de que la radiación solar penetre a través del vidrio, entre a los edificios de la facultad y aumente la temperatura de los espacios. Por este motivo hay instaladas actualmente cortinas de color oscuro en las ventanas que obstaculizan la luz natural (la infiltración de la radiación solar) para evitar el deslumbramiento y el aumento de la temperatura en los espacios, o se han pintado los vidrios con colores oscuros para los mismos fines; además no se corrigen ambos inconvenientes, ya que las cortinas están ubicadas en el interior de la oficina y la radiación siempre penetra el vidrio de las ventanas e inciden en las cortinas que bloquea los rayos solares evitando el deslumbramiento, pero no el aumento de temperatura, ya que los materiales con colores oscuros tienen un reflectancia baja y los rayos no son reflejados hacia el exterior nuevamente, sino son absorbidos por las cortinas que los transforman en calor, dicho calor aumenta la temperatura del laboratorio u oficina, lo cual aumenta la demanda térmica y el consumo en aire acondicionado. Se resumen los efectos negativos del problema en seguida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de demanda térmica de la oficina causada por penetración de radiación solar. • Necesidad de instalar un equipo de aire acondicionado con mayor capacidad refrigeradora. • Desaprovecho de la iluminación natural de edificios. • Necesidad de utilización iluminación artificial de edificios. • Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización. 	
Acción correctiva:	
<p>La instalación de protección solar para cristales de ventanas consiste en adherir sobre el cristal una película de protección que restringe la penetración a través del vidrio de la mayor parte de rayos ultra-violeta (UV) e infra-rojos (IR), ya que éstos no contribuyen a generar visibilidad y causan una especie de efecto invernadero dentro de las oficinas. Con la instalación de esta película fina de protección solar sobre los cristales se logra reflejar y proteger del 99% de rayos UV y hasta el 80% de rayos IR, logrando reducir la carga térmica por radiación solar hasta un 80%, pero el análisis se hace entre el equilibrio de visibilidad y aislamiento térmico, ya que cuando más se reflejen estos rayos UV e IR también más se reflejan los rayos visibles, disminuyendo la iluminación natural de la oficina. Para poner un número de referencia se estima que con la instalación de la película de protección se ahorra una tonelada de refrigeración en la capacidad del aire acondicionado por cada 10 metros de ventana protegida (PROSOL, 2015).</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>La acción se pretende implementar en todas las oficinas, laboratorios u otros donde hay instalado aire acondicionado, la instalación es sencilla y el procedimiento se describe en el siguiente cursograma sinóptico.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Aislamiento térmico en techos o cubiertas en los edificios					
Actividad:	Aislar térmicamente techos y cubiertas de los edificios con una capa de fibra de vidrio	Operación				●	
		Transporte				➡	
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Demora				◐	
Tiempo:	Según el área a recubrir con aislante	Inspección				■	
Número de personal:	Dos personas	Almacenamiento				▼	
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Medir la altura de la ventana	●					Realizar con mucha precisión
2	Cortar lamina protectora	●					Dejar margen de 2 cm
3	Limpiar el cristal en profundidad y los cantos del mismo	●					Usar el rascador y el líquido limpiacristales y para los cantos papel de cocina
4	Verificar eliminado de todas las partículas de suciedad					●	Realizar con mucha precisión
5	Despegue el adhesivo de la lamina	●					Se necesita la ayuda de una segunda persona
6	Roció la lámina y el cristal	●					Se necesita la ayuda de una segunda persona. Por cada litro de agua 10 ml de líquido limpiacristales
7	Colocar la lámina al cristal por la parte adhesiva	●					Realizar con mucha precisión procurando que la lámina sobre salga los dos centímetros
8	Rociar la cara interior no adhesiva de la lámina con el liquido	●					Realizar con mezcla de líquido limpiacristales y agua
9	Pegar la lámina desde el centro hacia afuera	●					Realizar con la espátula
10	Verificar pegado y que no queden restos de agua					●	Realizar con mucha precisión
11	Cortar los bordes restantes	●					Usar del cúter y la espátula
12	Secar los cantos y la lamina	●					Usar del papel de cocina
13	Reparar los cantos de la lámina para fijarla completamente	●					Con ayuda de la espátula
Total		11	0	0	2	0	

- La cantidad de lámina de protección solar que debe comprarse es igual a la cantidad de superficie de ventanas que se aislaran (información detallada en las tablas 3.126 a 3.143), más un excedente 5% o menos por desperdicios.
- El tipo de lámina de protección solar puede variar entre la preferencia por aislamiento térmico o por iluminación natural, siendo inversamente proporcionales. Es decir, la tecnología de las láminas obedece a que si aumenta el aislamiento térmicamente evitando rayos infra-rojos también se disminuyendo la iluminación natural al evitar rayos visibles, en consecuencia debe buscarse el balance entre el aislamiento térmico y la iluminación natural, la siguiente imagen muestra los rangos de infiltración y rechazo.

Continúa en la siguiente página





Continuación de acción correctiva: Instalación de protección solar para cristales de ventanas



fuelle: http://www.vidrioperfil.com/23122_Peliculas-con-Recubrimiento-Nano-Ceramico-Multicapa-de-Solux.htm

Con la instalación del recubrimiento de protección se pueden obtener diferentes niveles de reducción de carga por radiación solar (reflexión de rayos IR), así como diferentes niveles de visibilidad (transmisión de rayos visibles). La reducción del calor puede ser hasta un 82 % (PROSOL, 2015).

Materiales para la acción correctiva

	Material: Láminas solares		Material: Líquido limpiador		
	Especificaciones		Especificaciones		
	Medida:		1.52m x 31m	Medida:	30 ml para (18 m ²)
	Precio unitario:		\$ 840.00/rollo	Precio unitario:	\$ 4.30
Proveedor:		Prosol S. A de C. V			
	Material: Cinta adhesiva		Material: Papel de cocina (papel toalla)		
	Especificaciones		Especificaciones		
	Medida:		1.52m x 31m	Medida:	52 toallas
	Precio unitario:		\$ 840.00/rollo	Precio unitario:	\$2.50
Proveedor:		Prosol S. A de C. V			
Proveedor:		Súper Selectos			

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Limpiacristales		UES-FMOcc
Cúter	Para cortar la lámina solar	UES-FMOcc
Espátula	Para pegar la lámina solar	UES-FMOcc
Cinta métrica	Para medir el ancho y largo de la ventana	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Escalera		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Guantes		Personal

Continúa en la siguiente página

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad de los participantes de los trabajos:

- Utilizar guantes cuando se corten los excesos de lámina de protección solar ya instaladas, para evitar posibles heridas en las manos
- La acción o el trabajo de la colocación del protector solar para el cristal de las ventanas, se realizara en el interior del edificio u oficina que lo amerite es decir donde en ella se encuentre sistema de aire acondicionado.

Costo unitario de implementación:

El costo de implementación unitario es solamente el costo de la lámina de protección solar instalada por metro cuadrado de superficie de vidrio, debido a que el costo de mano de obra será absorbido por la unidad de mantenimiento de la universidad. Se calcula primero el costo de los materiales individuales:

1 m ² de lámina de protección solar.....	\$ 17.83/m ²
1 hoja de papel toalla.....	\$ 00.05/m ²
1.67 ml de líquido limpiador.....	\$ 00.24/m ²
Envío.....	\$ 03.88/m ²

Costo unitario de implementación..... **\$22.00/m²**

El costo de envío se ha tomado por metro cuadrado, pero la compra se realizara por rollos de 47 m² y este puede reducirse al tomar en cuenta la cantidad de rollos a comprar.

Beneficios de la acción:

Ante la instalación de láminas de protección solar para cristales de ventanas se obtienen los siguientes beneficios:

- Disminución de demanda térmica por evitar la penetración de radiación solar.
- Oportunidad de instalar un equipo de aire acondicionado con menor capacidad de refrigeración.
- Aprovecho de la iluminación natural del edificio
- Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

4.5.2. Acciones correctivas para el mediano plazo

Línea de acción 2: Instalaciones del Sistema de Iluminación

Tabla 4.181 Acción correctiva Iluminación Externa: “Cambio de luminaria actual por LED en pasillos”

Nombre de acción correctiva:	Cambio de luminaria actual por LED en pasillos
Código de la acción:	ILU-01-MP
Problema a corregir:	El alto consumo energético y la deficiente iluminación actual producida por la luminaria en los pasillos externos.
Descripción del problema: <p>El problema ocasionado por la luminaria externa no solamente repercute en el alto consumo de energía eléctrica si no también arroja una serie de problemáticas que se mencionan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Luminaria con mayor potencia (watts).• Bajo nivel de iluminación en área o pasillos externos.• Baja visibilidad al exterior de los edificios.• Aumento en los niveles de inseguridad y accidentes peatonales. <p>La UES-FMOcc posee en los pasillos luminarias que generan grandes consumos de energía eléctrica debido a la potencia de funcionamiento, este problema aparte de ocasionar altos costos monetarios, brinda bajos niveles de iluminación. La luminaria con que actualmente cuentan los pasillos de la universidad son: luminarias fluorescentes (2 tubos por luminaria de 32 watts cada uno), focos incandescentes de 100 watts y focos ahorradores de 27 watts entre otros. El problema es que se pierde la oportunidad de reducir el consumo eléctrico instalando luminaria con tecnología LED, la cual consume el 80% menos comparado con la iluminación incandescente y el 40% menos comparada con la iluminación fluorescente.</p>	
Acción correctiva: <p>Esta acción correctiva está enfocada en realizar un cambio de la luminaria actual que poseen los pasillos externos de los edificios de la FMOcc, con el objetivo de minimizar los costos elevados de energía eléctrica y contribuir con la misma acción en el incremento de los niveles de iluminación y reducir el porcentaje de los problemas mencionados anteriormente. Esta luminaria será reemplazada por Bombilla LED de 18 watts equivalente a bombillas incandescentes de 150 watts, realizando este cambio se verán mejoras en los niveles de iluminación y se alcanzarán costos de energía eléctrica más bajos, mejorando significativamente la situación actual.</p>	
Especificaciones de la acción: <p>La acción correctiva implica la ejecución de una serie de pasos que deben seguirse para implementar de forma eficiente y segura el cambio de luminaria de todos los pasillos externos de los edificios. El procedimiento para el cambio luminaria en los pasillos externos se describe en el siguiente cursograma analítico.</p>	


Continúa en la siguiente página


Cursograma analítico:		Luminaria Externa (pasillos)					
Actividad:	Realizar cambios de luminaria en los pasillos externos de los edificios de la facultad	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➡				
Tiempo:	Según el número de luminarias	Demora	●				
Número de personal:	Dos personas	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➡	◇	□	▽	Observación
1	Desmontar tubos fluorescentes de la luminaria	●					Tratado como material frágil
2	Llevar tubos a lugar seguro		●				Tratado como material frágil
3	Desmontar luminaria	●					Realizar con electricidad anulada
4	Llevar luminaria a lugar seguro		●				Tratado como material frágil
5	Aislar cables de conexión (fases)	●					Realizar con electricidad anulada
6	Taladrar agujeros en cielo falso para la caja octagonal y roseta	●					
7	Montar caja octagonal	●					Realizar como material frágil
8	Verificar fijación de la caja octagonal				●		
9	Conectar cables en las terminales de la caja octagonal	●					Realizar con electricidad anulada
10	Verificar correcta conexión de cables				●		
11	Montar roseta en caja octagonal	●					Tratado como material frágil
12	Verificar fijación de la roseta				●		
13	Realizar conexión del bombillo	●					Tratado como material frágil
14	Montar Canastilla (Protectora)	●					
15	Verificar el funcionamiento y la correcta instalación de la luminaria					●	
Total		9	2	0	4	0	


Por tal razón la luminaria que debe ser elegida para implementar la acción correctiva, son aquellas que cumplan con los siguientes criterios:


- Lugares donde se tenga el tipo de iluminación mostrada en la tabla 3.93.
- Lugares donde los niveles de iluminación son deficientes, y por seguridad e importancia en el tránsito peatonal.

Materiales para la acción correctiva

Caja octagonal	
Especificaciones	
	Medida:
	Precio unitario: \$0.35
	Proveedor: Pacifico Batarse



Tornillos	
Especificaciones	
	Medida: 10*1
	Precio unitario: \$0.01
	Proveedor: Pacifico Batarse

Roseta	
Especificaciones	
	Medida:
	Precio unitario: \$0.55
	Proveedor: Pacifico Batarse

Cinta aislante	
Especificaciones	
	Medida:
	Precio unitario: \$1.08
	Proveedor: Pacifico Batarse

Continúa en la siguiente página

Continuación de acción correctiva: Cambio de luminaria actual por LED en pasillos

	Luminaria armada		Canastilla	
	Especificaciones		Especificaciones	
	Potencia:	18 w	Medida:	
	Precio unitario:	\$23.61	Precio unitario:	\$2.65
	Proveedor:	Soluciones LED	Proveedor:	Vidrí
				

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Alicate	Corte para electricista	UES-FMOcc
Destornilladores	Planos y estrella	UES-FMOcc
Navaja	Pela cables para electricista	UES-FMOcc
Brocas		UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	
Escalera	Tipo tijera	UES-FMOcc
Taladro		UES-FMOcc

Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	
Guantes dieléctricos		Personal
Guantes de cuero		Personal
Lentes de seguridad	Protección ocular	Personal
Careta protectora		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Debe ser obligatorio el uso del equipo de protección personal mínimo especificado para realizar la acción correctiva.

Costo unitario de implementación:

Para la ejecución de esta acción correctiva que comprende el cambio de iluminación en pasillos por iluminación LED se incurre en el siguiente costo unitario por acción.

1 Caja octagonal.....	\$00.35
1 Roseta.....	\$00.55
1 Foco LED de 18 w.....	\$23.61
1 Canastilla para foco.....	\$02.65
4 tornillos 10*1.....	\$00.04
Cinta aislante.....	\$00.05
Costo por cambio realizado.....	\$27.25

Beneficios de la acción

Con el cambio de luminaria actual por tecnología LED se obtienen los siguientes beneficios:

- Mejorar el tránsito peatonal y la seguridad mediante el incremento de los niveles de iluminación.
- Disminución en el consumo de energía eléctrica por iluminación.
- Su larga vida útil supone un enorme ahorro económico en mantenimiento y sustitución.

Línea de acción 2: Instalaciones del Sistema de Climatización

Tabla 4.182 Acción correctiva climatización: “Colocación de burletes en huecos de puertas y ventanas”

Nombre de acción correctiva:	Colocación de burletes y silicón en huecos de puertas y ventanas
Código de la acción:	CLIM-01-MP
Problema a corregir:	Exceso de demanda térmica en las oficinas y consumo extra en electricidad provocados por un aislamiento térmico insuficiente en puertas y ventanas de los edificios climatizados, a causa de huecos entre la pared y éstos.

Descripción del problema:

El problema es que entre la puerta y/o ventana y la pared y/o piso (en el caso de puertas) quedan huecos que permiten la infiltración de aire al interior de la oficina o laboratorio climatizado, este aire procedente del exterior tiene una temperatura más cálida que la del interior, entonces el efecto inmediato es elevar la temperatura del interior de la oficina. Para volver a la temperatura antes de la infiltración (confort), la unidad de aire acondicionado tiene que consumir electricidad, siendo este un consumo que puede ser evitado.

El problema se da mayormente en puertas que en su mayoría son de madera, ya que las ventanas son de vidrio y éstas en su instalación se le colocan burletes de goma entre el vidrio y el marco de aluminio con el motivo de aislar acústicamente, sin embargo, quedan unos hueco entre el marco de aluminio de la ventana y la pared que también permia aire cálido del exterior, hueco de menor superficie que debe rellenarse con silicón o espuma de poliuretano. Los efectos negativos de estos huecos son:

- Aumento de la demanda térmica de la oficina o laboratorio.
- Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Necesidad de instalar un equipo de aire acondicionado con mayor capacidad refrigeradora.
- Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización.

Acción correctiva:

La colocación de burletes y silicón en huecos de puertas y ventanas son dos actividades separaras que se orientan a corregir el mismo problema “infiltración de aire en las oficinas climatizadas”. La colocación de burletes consiste en adherir una tira de material flexible como goma de poliuretano en huecos entre las puerta y la pared o entre las ventanas y la pared, con el fin de evitar infiltraciones de are cálido exterior.

La colocación de silicón en huecos entre puertas/ventanas y la pared es para huecos de menor superficie, donde se hace difícil colocar un burlete, como los que se encuentran entre los marcos de ventanas y la pared. El propósito es el mismo “evitar infiltraciones de aire cálido del exterior”.

Especificaciones de la acción:

La colocación de burletes y silicón en huecos ente puertas y ventanas se realiza en la mayoría de edificios que cuentan con sistema de aire acondicionado, se propone como una acción a medio plazo porque se tienen que implementar otras accione primero, como aislamiento térmico en ventanas y paredes. El procedimiento general para la implementación de la acción es el siguiente:

Continúa en la siguiente página

1. Evaluación de puertas y ventanas candidatas a la acción correctiva.....
2. Cálculo del material necesario para implementar la acción.....
3. Ejecución del aislamiento térmico de ventanas y ventana.....



1. Evaluación puertas y ventanas candidatas a la acción correctiva

De hecho se observó que todos los espacios climatizados cuentan con este problema de infiltración de aire cálido, entonces la acción debe implementarse en todas las oficinas y laboratorios. La evaluación de puertas y ventanas consiste en verificar y decidir cuál de las actividades (burlete o silicón) debe implementarse en cada una, habiendo la necesidad en algunos casos de ejecutar ambas. Entonces la evaluación también lleva implícita la elaboración de un inventario de puertas y ventanas sujetas a colocación de burletes o silicón para evitar infiltraciones de aire cálido al interior de los espacios climatizados.



2. Cálculo del material necesario para implementar la acción

El cálculo se hace con las medidas de puertas y ventanas que se obtienen en la parte de evaluación descrita en el paso 1, éste obedece al perímetro de puertas y ventanas, no se entra en más detalles.



3. Ejecución del aislamiento térmico en ventanas

Es la instalación de burletes en puertas y ventanas de los espacios climatizados con sistema de aire acondicionado, no se entra en más detalles. En la siguiente parte se detallan los costos de implementación.

Materiales para la acción correctiva:

Burlete tipo R autoadhesivo		Burlete tipo P	
	Especificaciones		Especificaciones
	Precio /m: \$ 1.05		Precio /m: \$ 0.37
	Proveedor: Vidri S. A de C. V		Proveedor: Vidri S. A de C. V
	Teléfono: (503) 2440-4141		Teléfono: (503) 2440-4141
Dirección: Km 63 autopista	Dirección: Km 63 autopista	Bypass, carretera a Metapan, Santa Ana.	
Bypass, carretera a Metapan, Santa Ana.		Bypass, carretera a Metapan, Santa Ana.	
Silicón claro 300 ml (rinde 24 m)		Burlete tipo RE (Rollos para puerta)	
	Especificaciones		Especificaciones
	Precio /m: \$ 1.05		Precio /m: \$ 9.00
	Proveedor: Vidri S. A de C. V		Proveedor: EPA S. A de C. V
	Teléfono: (503) 2440-4141		Teléfono: (503) 2218-0000
Dirección: Km 63 autopista	Dirección: Blvd del ejército	Nacional km 3 ½ frente hospital Amatepec, Soyapango.	
Bypass, carretera a Metapan, Santa Ana.		Nacional km 3 ½ frente hospital Amatepec, Soyapango.	

Beneficios de la acción

- Disminución de la demanda térmica de la oficina o laboratorio climatizado.
- Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Posibilidad de instalar un equipo de aire acondicionado con menor capacidad refrigeradora.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores

Tabla 4.183 Acción correctiva climatización: “Redistribución de unidades de aire acondicionado”

Nombre de acción correctiva:	Redistribución de unidades de aire acondicionado
Código de la acción:	CLIM-02-MP
Problema a corregir:	Consumo extra en electricidad provocado por una instalación incorrecta de la unidad de aire acondicionado, ya que se ha instalado mayor o menor capacidad de refrigeración que la demandada.
Descripción del problema:	
<p>Cada oficina o laboratorio según características en su infra-estructura y actividad productiva demanda una cantidad específica de carga térmica; ya se calculó ésta en la parte del diagnóstico del sistema de climatización según los criterios de transmisión térmica, renovación de aire, infiltración de aire, número de personas, radiación solar y equipo eléctrico-electrónico. La capacidad de refrigeración que debe instalarse debe superar la demanda en un 10% para tener condición eficiencia en el consumo de energía, sin embargo según los cálculos hechos no se cumple este equilibrio, ya que hay oficinas donde la capacidad de refrigeración instalada es mayor que la demandada y en otras se da el caso contrario. Ambas situaciones son detonantes de desperdicio de energía, si por una parte se instala menos capacidad que la demandada, la unidad climatizadora se ve forzada hasta el punto extremo de nunca detenerse, cuyo funcionamiento correcto de tiempos de arranque y paro del sistema no se cumplen, consumiendo mayor electricidad al mantenerse más tiempo del normal en estado funcionamiento; y si por el contrario, se instala mayor capacidad de refrigeración que la demandada también se desperdicia de energía, porque entre mayor es la capacidad de la unidad climatizadora mayor potencia eléctrica necesaria para su funcionamiento, como efecto directo mayor consumo eléctrico.</p> <p>El problema de instalación incorrecta en la capacidad de refrigeración se ha evaluado con los problemas descritos en aislamiento térmico insuficiente, sin embargo, para una nueva evaluación deben primero resolverse estos problemas que disminuirán la demanda térmica actual, y sobre esta nueva demanda disminuida calcular la capacidad de refrigeración recomendada para cada espacio con aire acondicionado. A continuación se describen algunos inconvenientes de una instalación incorrecta en capacidad de refrigeración:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobre-esfuerzo y deterioro acelerado en unidad climatizadora por refrigeración insuficiente. • Capacidad de refrigeración subutilizada en caso de capacidad sea mayor que la demanda térmica. • Aumento de los costos de mantenimiento. • Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización. 	
Acción correctiva:	
<p>La redistribución de ares acondicionados consiste en recalcular la demanda térmica de las oficinas y laboratorios ya con las acciones correctivas del corto plazo que reducen la demanda térmica implementadas, luego evaluar si la capacidad de refrigeración instalada es igual a la demanda térmica + 10%. Pueden darse tres casos: el primero que se cumpla la condición, el segundo que la condición no se cumpla y la demanda térmica + 10% supere la capacidad de refrigeración instalada, y tercero que no se cumpla la condición y la demanda térmica + 10% sea menor que la capacidad de refrigeración instalada. Entonces se hará una redistribución de las unidades climatizadoras en aquellas oficinas donde la demanda térmica se ve superada por la capacidad de refrigeración instalada (refrigeración subutilizada) y aquellas oficinas donde la demanda térmica supera la capacidad de refrigeración (déficit de refrigeración), buscando la condición óptima descrita anteriormente al intercambiar unidades climatizadoras entre oficinas.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Especificaciones de la acción:

La acción se pretende implementar en todas las oficinas, laboratorios u otros donde se rompe la condición óptima descrita entre la demanda térmica y la capacidad de refrigeración instalada. Se describen los pasos del proceso para la redistribución de airea acondicionados:

1. *Recalculo de demanda térmica en oficinas y laboratorios*.....
2. *Evaluación de unidades climatizadoras de cambio*.....
3. *Redistribución de aires acondicionados*.....
4. *Evaluación y control de funcionamiento de las unidades redistribuidas*....

Se describe en seguida el desarrollo de cada paso del proceso de redistribución de aires acondicionados:



1. Recalculo de demanda térmica en oficinas y laboratorios.

El recalculo de demanda térmica de oficinas y laboratorios se realiza con el método descrito en el apéndice B, donde se detalla el cálculo de demanda térmica según los criterios de balances energéticos. El nuevo cálculo debe incluir la reducción de demanda térmica en las oficinas producto de las acciones propuestas para corregir los problemas del sistema de climatización en el corto plazo, se tomarán en cuenta:

- CLIMA-01-CP “Aislamiento térmico en paredes de edificios”
- CLIMA-02-CP “Aislamiento térmico en techos de edificios”
- CLIMA-04-CP “Aislamiento térmico en ventanas”
- CLIMA-05-CP “Instalación de protección solar para cristales de ventanas”

Las acciones anteriores están pensadas para disminuir la demanda térmica, en consecuencia deben ejecutarse antes de que se calcule la nueva demanda térmica.



2. Evaluación de unidades climatizadoras de cambio

Luego de calculada la nueva demanda térmica en las oficinas y laboratorios, se compara si la capacidad de refrigeración instalada por medio de la unidades de aire acondicionado es justamente un valor cercano a la nueva demanda térmica + 10%; las unidades que no cumplan con este valor son candidatas a la redistribución. Se tendrán los resultados actualizados de la tabla 3.144 “Características del Sistema de Climatización emplazado en la UES-FMOcc”, donde se visualiza si la oficina tiene capacidad instalada de refrigeración mayor o menor a la nueva demanda térmica.

Habrán oficinas que tendrán déficit en capacidad de refrigeración instalada de una, dos, tres o más toneladas y otras oficinas donde habrá sobrecarga de refrigeración de una, dos, tres o más toneladas, y como las unidades varían con intervalos de 1 TR (Tonelada de refrigeración) puede complementarse el déficit con la sobrecarga. Un ejemplo sería que un laboratorio tiene una unidad instalada de 4 TR y tiene una demanda térmica de 5 TR está claramente en déficit de capacidad instalada, pero hay otra oficina que tiene una unidad instalada de 5 TR y tiene una demanda de 3 TR estando capacidad instalada arriba de la demanda, la redistribución sería colocar la unidad de 5 TR en el laboratorio que demanda 5 TR y colocar la unidad de 4 TR en la oficina que demanda 3 TR, el beneficio se verá en la unidad de 4 TR que ya no estará forzada y probablemente encendida todo el tiempo por no lograr refrigerar el espacio y teniendo un consumo eléctrico hasta el doble del normal.

Continúa en la siguiente página

Habrán otros casos como en el Decanato de la UES-FMOcc donde hay 15 TR instaladas (tres unidades de 5 TR c/u) y solo se necesitan 8 TR, entonces puede anularse una unidad climatizadora e instalarla en otro lugar, dejando el decanato con dos unidades instaladas (10 TR en capacidad de refrigeración) que es más que suficiente, la unidad que se desinstala puede emplazarse en otro espacio donde hay déficit de refrigeración. Se darán más casos pero la esencia de la redistribución se describe en los dos ejemplos anteriores.



3. Redistribución de aires acondicionados

Esta es la parte para redistribuir las unidades climatizadoras evaluadas en el paso 2. Primero deben realizarse el cambio de unidades de déficit por unidades de sobre-capacidad de refrigeración instalada, para realizar estos cambios no se necesita de la instalación de sistema de tuberías, ya que se cambia una unidad por otra donde cada una utilizará el sistema de tuberías de la unidad que sustituirá. En el otro caso, donde las oficinas tienen una sobrecarga en refrigeración igual o mayor a la que brinda una unidad de aire acondicionado completa, se desinstala la unidad climatizadora; el destino de este aire acondicionado desinstalado será sustituir otra que deje en déficit de refrigeración un oficina o climatizar un laboratorio u oficina que tenga la necesidad de mantener controlada la temperatura, en este caso de refrigerar una oficina que no tiene aire acondicionado si se necesitará comprar e instalar sistema de tuberías.



4. Evaluación y control del funcionamiento de las unidades redistribuidas

Ya realizada la redistribución de aires acondicionados se evalúa y controla si el funcionamiento del sistema es el correcto. Este funcionamiento correcto es el que tiene la unidad en tiempos de marcha cuando se extrae energía de la oficina para reducir su temperatura hasta el confort de 25 °C y tiempos de paro cuando se encuentra el espacio en esta temperatura de confort o en un intervalo de más o menos un grado. En caso de que el funcionamiento no es el correcto pueden observarse características como: la unidad de aire acondicionado siempre está en funcionamiento no teniendo tiempos de paro, también cuando en la oficina no se alcanza la temperatura de confort estipulada (25 °C), entre otras. La evaluación se realiza de forma holística de los factores que influyen en el sistema de climatización, ya que la unidad puede estar en el valor óptimo entre la demanda térmica y la capacidad de refrigeración que brinda, pero se puede presentar que la oficina no esté bien aislada, también puede estar correctamente aislada pero los usuarios tienen prácticas de uso incorrectas, como mantener puertas y ventanas abiertas, en fin la evaluación será integral (Unidad de climatización, oficina, entorno de oficina y cultura de uso del sistema)

Materiales para la acción correctiva

Tubería de cobre		Aislante para tubería	
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida: 3/8" x 1m		Medida: 1 1/8" x 3/8" x 1.85 m
	Precio /m: \$ 3.10		Precio /m: \$ 1.49
	Proveedor: Granada S. A de C. V		Proveedor: Vidrí S. A de C. V
Tuerca para tubería		Taco y tornillo "Ancla"	
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida: 3/8"		Medida: 6 mm
	Precio /m: \$ 0.85		Precio /m: \$ 0.02
	Proveedor: Vidrí S. A de C. V		Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Continúa en la siguiente página

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Nivel de burbuja		UES-FMOcc
Espátula de emplastecer		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Específica para el tipo de suelo de la oficina	UES-FMOcc
Broca de 10mm	Para metal de los canales	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal
Criterios de seguridad		
<p>Para la implementación de la acción correctiva, deben acatarse los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar guantes cuando se corten y manipulen las tuberías de cobre para evitar heridas en las manos. • Utilizar mascarilla siempre que taladren las paredes cuando se monte la estructura para el evaporador. • Utilizar lentes siempre que se use el talador atornillador. 		
Costo unitario de implementación		
<p>En este caso se tienen tres costos unitarios de implementación.</p> <p>El primero es cuando se realiza un cambio de aires acondicionados entre oficinas. La primera oficina se encuentra en difícil de capacidad de refrigeración, la otra tiene sobre-capacidad en refrigeración y el cambio de unidades soluciona el problema. Es costo de es nulo, ya que un aire ocupa el sistema de tuberías del otro.</p> <p><i>Costo unitario de implementación 1</i> \$00.00</p> <p>El segundo es cuando se desinstala una unidad de aire acondicionado debido demasiada capacidad de refrigeración instalada, la unidad sobrante se instala en una oficina o laboratorio donde no hay aire acondicionado. En este caso el costo es del sistema de tuberías instalado debidamente aislado más dos tuercas.</p> <p><i>Costo unitario de implementación 2</i> \$46.79</p> <p>El tercero es cuando se desinstala una unidad de aire acondicionado debido a la sobre-capacidad de refrigeración que existe en una oficina o laboratorio, el consumo que se tenía por su funcionamiento se considera como ahorro, siendo el estimado el siguiente:</p> <p><i>Costo unitario de implementación 3</i> \$00.00</p>		
Beneficios de la acción		
<ul style="list-style-type: none"> • Garantía en el funcionamiento correcto y vida útil de la unidad de aire acondicionado. • Disminución en los costos de mantenimiento • Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora • Disminución en el costo de la factura eléctrica que se paga a la empresa distribuidora 		

Línea de acción 2: Instalaciones eléctricas-electrónicas en general

Tabla 4.184 Acción correctiva instalaciones eléctricas: “Control de luces externas”

Nombre de acción correctiva:	Control automático de iluminación externa
Código de la acción:	CON-01-MP
Problema a corregir:	El problema se enfoca en el encendido de luminarias externas por personal de la Facultad que son utilizadas en horas en las que no se presenta oscuridad por falta iluminación natural.
Descripción del problema: <p>El problema está enfocado al uso de luminarias externas en horas donde la iluminación natural aun es tal que no amerita que deban estar encendidas las lámparas de iluminación pública, con lo cual se percibe un punto de desperdicio de energía eléctrica. Los efectos negativos del problema son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Desaprovechamiento de luz natural.• Poco control de luminarias externas.• Desperdicio de energía eléctrica en concepto de luminarias externas.• Aumento del costo de la factura eléctrica por iluminación.	
Acción correctiva: <p>La acción correctiva se inclina a la racionalización del consumo de energía eléctrica en luminarias externas, teniendo el uso de estas únicamente en las horas que sea requerida la iluminación de zonas públicas dentro de la Facultad, para dicho fin debe montarse un mecanismo de control de encendido de lámparas que se apegue a los cambios en la iluminación de día, pero que también permita que el uso de estas sea únicamente en horas necesarias y no toda la noche como es lo convencional.</p>	
Especificaciones de la acción:	Procedimiento de la acción <p>La acción correctiva implica la ejecución de todos los pasos que deben seguirse en el procedimiento de la instalación de un sistema automático en el control de luces externas. Por tal razón los circuitos que son apropiados para esta acción correctiva son los que cumplen los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conjunto de luminarias externas que componen un mismo circuito, el cual es controlado manualmente por personal de la Facultad.• Luminarias que componen un mismo circuito que son controlados por fotoceldas, pero que no es requerido que permanezcan encendidos durante toda la noche. <p>El procedimiento para la instalación del circuito de control de luces externas se presenta en el siguiente cursograma sinóptico.</p>
Continúa en la siguiente página	

Cursograma analítico:		Automatización de luminarias externas					
Actividad:	Realizar el montaje de circuito de control automatico de luminarias externas.						Operación ●
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan						Transporte ➡
Tiempo:	Según la dimensión de la acción						Demora ◐
Número de personal:	Según la dimensión de la acción						Inspección ■
							Almacenamiento ▼
N	Descripción	○	➡	◐	□	▽	Observación
1	Identificación de circuito de luminarias externas a corregir				●		
2	Identificación de entrada de voltaje del circuito				●		
3	Identificación de lugar de instalación de caja de circuito				●		
4	Identificación de lugar de instalación de Fococelda				●		
5	Montaje de caja de circuito	●					
6	Montaje de Timer en caja de circuito	●					
7	Montaje de Contactor en caja de circuito	●					
8	Traslado de materiales y equipo a lugar de instalación de Fococelda.		●				
9	Montaje de Fococelda	●					
10	Cableado entre caja de circuito y Fococelda	●					
11	Corte de energia a circuito de luminarias externas	●					
12	Cableado entre caja de circuito y entrada de voltaje de circuito de luminarias externas	●					
13	Conexión del circuito de control	●					
14	Inspección de la conexión				●		
15	Conexión de voltaje a circuito de control	●					
16	Prueba de funcionamiento				●		
Total		9	1		6		

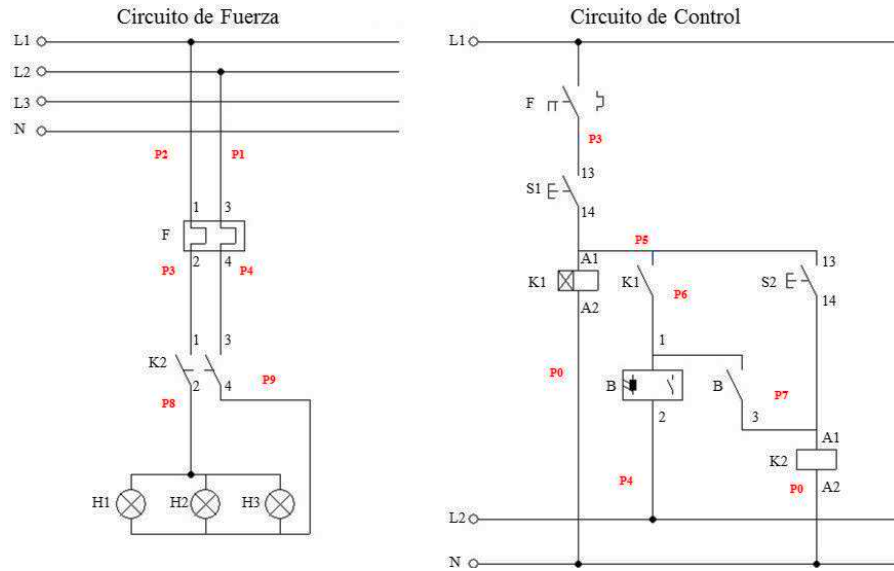
Nota: El sitio de montaje de la caja del circuito debe estar fuera del alcance de cualquier tipo de humedad.

Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

El circuito presentado está enfocado al control del encendido de luminarias externas según las variaciones de la luz natural, con opción de apagado en horas nocturnas cuando ya no es requerido que una zona este iluminada por estas. Para el control automático de luminarias externas se presenta el diagrama del circuito diseñado para dicho fin:

Continúa en la siguiente página

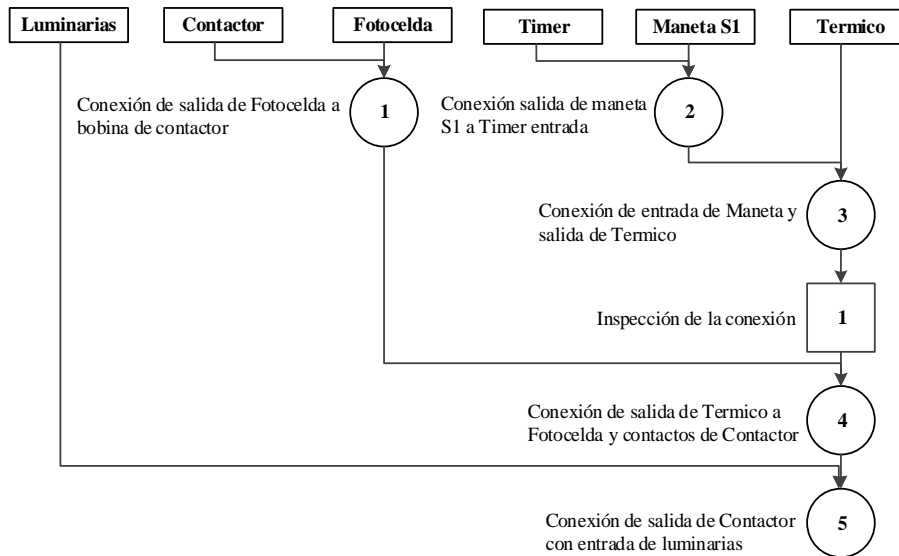


El circuito de control automático de luminarias externas se presenta en dos bloques los cuales son:

- **Circuito de Fuerza:** El circuito de fuerza es el medio de transmisión de la energía eléctrica a las luminarias externas, el cual consta de las siguientes partes:
- **Circuito de control:** Es el medio por el cual el proceso de encendido de las luminarias es realizado y controlado.

Conexión y elementos del circuito

Para la conexión del circuito propuesto se tienen una serie de pasos que se explican mediante el cursograma sinóptico de ensamble y se detalla la conexión de circuito de automatización de luminarias externas y los dispositivos a utilizar para el montaje de este.

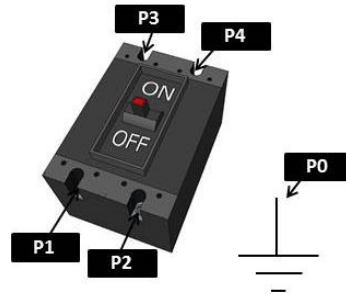


Continúa en la siguiente página

Conexión de Dispositivos

Braker (F)

Es el dispositivo encargado de la protección del circuito, este trabaja como un interruptor que es disparado automáticamente cuando sobre el pasa una corriente eléctrica demasiado grande.



Conexión de Braker:

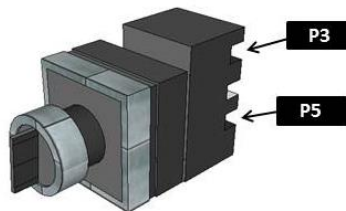
- **P1 y P2:** Estos puntos son los correspondientes a la entrada de energía del dispositivo, donde a cada uno de estos se conectan los cables que poseen una diferencia de potencial igual a 110 VAC con respecto al punto P0 (Tierra), también entre P1 y P2 hay una diferencia de Potencial igual a 208 VAC.
- **P3 y P4:** Los puntos P3 y P4 son los que identifican las salidas del dispositivo, de los cuales se tiene una diferencia de potencial igual a la entrada de estos.

Maneta NA (S1)

La Maneta es un dispositivo mecánico usado para el control manual del paso o interrupción de una corriente eléctrica por un circuito, según el modelo de la Maneta puede poseer interruptores de dos tipos.

- NA: Normalmente abierto.
- NC: Normalmente cerrado.

Para el circuito de control automático de luminarias externas el tipo de manera requerida en esta función es normalmente abierta.



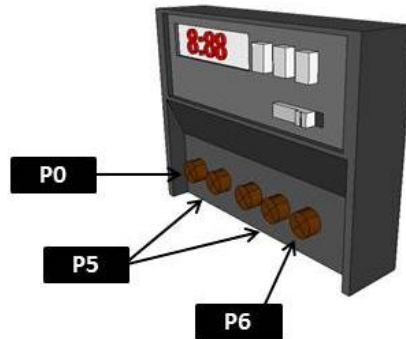
Conexión de Maneta

- **P3:** El punto P3 es el referente a una de las salidas del Braker, el cual debe ser conectado por medio de un conductor a uno de los bornes de la Maneta.
- **P5:** El punto P5 indica el borne de salida del interruptor NA de la Maneta.

Continúa en la siguiente página

Timer (K1)

El Timer es un dispositivo programable que puede ser digital o mecánico, este realiza funciones de interruptor que son controlados por tiempos establecidos por la persona encargada de la programación.

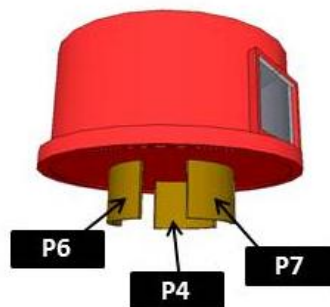


Conexión de Timer

- **P0 y P5:** En fines del circuito de control de luces, el Timer debe ser energizado para su funcionamiento a 110 VAC los cuales son provenientes del punto P0 y la salida de la Maneta compartiendo así el punto P5, en tal caso debe conectarse mediante alambres conductores los puntos en referencia.
- **P5:** Ya que este dispositivo cumple con funciones de interruptor deben identificarse los bornes del Switch NA, donde a la entrada de este debe conectarse una línea a 110 VAC, este es el mismo del punto P5 con el que es energizado el Timer, para la conexión de este debe hacerse un puente mediante un conductor eléctrico.
- **P6:** El punto P6 es el que indica la salida de interruptor controlado por cierto tiempo, de este sale un voltaje a 110 VAC igual al que proviene desde el punto P3 de los Braker.

Fotocelda (B)

La fotocelda es el elemento de control automático que abre o cierra su contacto dependiendo de la intensidad luminosa. Estando cerrado cuando está oscuro, y abierto cuando está claro.



Continúa en la siguiente página

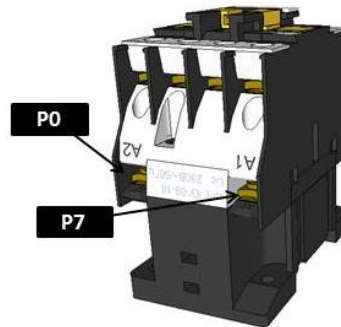
Conexión de Fococelda

- **P6:** La Fococelda comparte el punto en común P6 el cual proviene de la salida de Timer, estos deben ser conectados por un conductor eléctrico.
- **P4:** Para el punto P4, es el común y compartido con el Braker, este debe ser conectado mediante un conductor eléctrico.
- **P7:** El punto es la salida de voltaje de la Fococelda.

Contactador (K2)

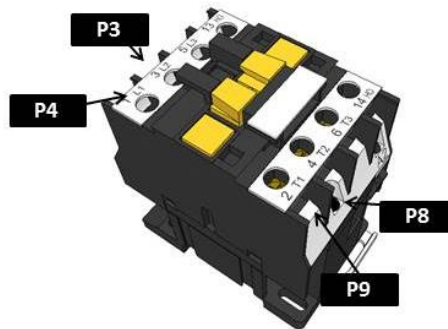
Este es un dispositivo electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito tan pronto se dé tensión a la bobina.

Bobina de Contactador



- **P7:** Este punto es compartido con el de la salida de la Fococelda el cual da paso a energizar uno de los bornes de la bobina del Contactador, donde estos deben ser unidos mediante un conductor eléctrico.
- **P0:** Es el punto común al neutro.

Contactos de Contactador



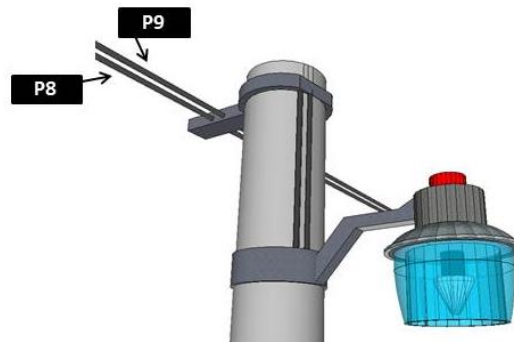
- **P3:** Este es el punto de entrada de uno de los contactos NA del Contactador que debe ser conectado una línea a 110 VAC, dicha línea debe provenir directamente desde una de las salidas del Braker que es el punto en común P3 con este y deben ser unidos mediante un conductor eléctrico que soporte la corriente demandada por las luminarias externas.

Continúa en la siguiente página

- **P4:** Este es el punto de entrada de uno de los contactos NA del Contactor que debe ser conectado una línea a 110 VAC, esta línea debe provenir directamente desde una de las salidas del Braker que es el punto en común P4 con este y deben ser unidos mediante un conductor eléctrico que soporte la corriente demandada por las luminarias externas.
- **P8 y P9:** Puntos de salida de los contactos del Contactor.

Luminarias Externas

Las luminarias son las cargas que se pretenden energizar y controlar con el circuito de automatización.



Conexión de Luminarias

- **P8 y P9:** Los puntos P8 y P9 son la entrada a 220 VAC que es utilizada para energizar todo el tendido eléctrico del circuito de las luminarias externas que da paso al encendido de estas. Estos puntos son compartidos con las salidas de los contactos del Contactor y deben ser unidos mediante un conductor eléctrico que soporte la corriente demandada por las luminarias externas del mismo circuito.

El funcionamiento del circuito

La forma en que el circuito armado debe funcionar se describe en los siguientes pasos en referencia al diagrama:

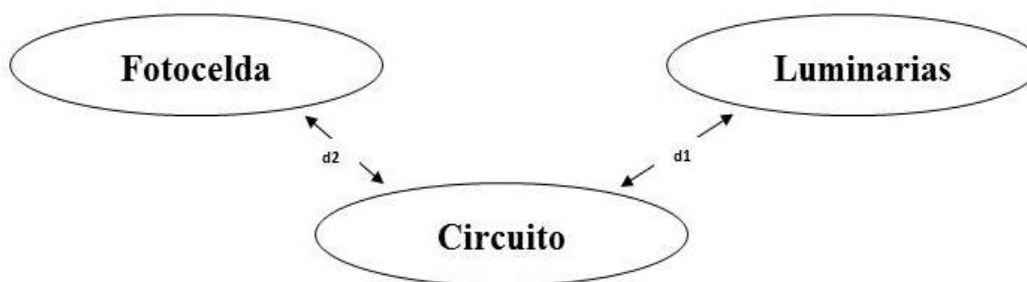
1. El Timer K1 es el encargado de dar paso y energizar el circuito en los intervalos de hora establecidos que son de 5:00 pm a 9:00 pm.
2. Entre las 5:00pm y 9:00 pm, el contacto del Timer K1 es cerrado entre sus terminales 13 y 14 teniendo así paso de voltaje al sensor de luz B.
3. Con la Fococelda energizada entre sus terminales 1 y 2, está listo para poder captar la variación luz.
4. Cuando la luz natural no es suficiente el foto-resistor es excitado dando pie a que los contactos 1 y 3 de este se cierren.
5. Teniendo unidos los contactos 1 y 3 de la Fococelda, la bobina del Contactor K2 es energizada.
6. Con la bobina del Contactor K2 energizada se produce el enclavamiento de los contactos 1, 2, 3 y 4 dando paso a energizar las luminarias.
7. A las 9:00 pm el Timer se encarga de cortar el paso dejando así un circuito abierto, con lo que las luminarias son apagadas hasta el siguiente día.

Continúa en la siguiente página

Especificaciones de la acción:


Mediciones


Para esta acción correctiva la medición está enfocada a encontrar las distancias que hay entre el lugar donde debe estar instalada la caja del circuito, el lugar donde debe instalarse el sensor y la entrada de energía del circuito de la carga lumínica, esta será diferente para cada caso donde se implemente la acción, por tal razón debe quedar a criterio del encargado de la acción el trayecto del cableado.





- d1: Distancia medida desde el empalme de la luminaria a la salida del Contactor.
- d2: Distancia medida desde las terminales de la Fotocelda a la salida de Timer, entrada a bobina del Contactor.


Materiales para la acción correctiva


	Material:	Bobina contactor
		Especificaciones
	Medida:	16 Amp
	Precio unitario:	\$ 38
	Proveedor:	Pacifico Batarse


	Material:	Maneta eléctrica
		Especificaciones
	Medida:	
	Precio unitario:	\$ 17.63
	Proveedor:	Pacifico Batarse

	Material:	Timer digital
		Especificaciones
	Medida:	
	Precio unitario:	\$ 56.92
	Proveedor:	Pacifico Batarse

	Material:	Caja para contactor
		Especificaciones
	Medida:	
	Precio unitario:	\$ 40
	Proveedor:	Pacifico Batarse

	Material:	Caja para maneta
		Especificaciones
	Medida:	
	Precio unitario:	\$ 19.03
	Proveedor:	Pacifico Batarse

	Material:	Alambre conductor
		Especificaciones
	Medida:	100m THHN 12
	Precio unitario:	\$ 34.92
	Proveedor:	Pacifico Batarse

	Material:	Cinta aislante
		Especificaciones
	Potencia:	
	Precio unitario:	\$ 1.08
	Proveedor:	Pacifico Batarse

Continúa en la siguiente página

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar		
Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornillador	Phillips y plano	UES-FMOcc
Tenaza	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Cortadora de alambre	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Navaja de electricista		UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Multímetro		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad personal	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Notificar el corte de energía eléctrica a las unidades cercanas.
- Verificar el corte de energía eléctrica cuando se instalen los instrumentos.

Costo unitario de implementación

Para realizar esta acción se presenta el costo unitario de implementación, para el cual se describe la lista de materiales a utilizar.

<i>1 Bobina contactor</i>	<i>\$38.00</i>
<i>1 Maneta eléctrica</i>	<i>\$17.63</i>
<i>1 Timer digital</i>	<i>\$56.92</i>
<i>1 Caja para contator</i>	<i>\$40.00</i>
<i>1 Caja para maneta</i>	<i>\$19.03</i>
<i>50 metros de alambre THHN 12</i>	<i>\$17.46</i>
<i>1 rollo de cinta aislante</i>	<i>\$01.08</i>
<i>Costo unitario de la acción</i>	<i>\$190.12</i>

Beneficios de la acción

Ante la implementación de esta acción correctiva de control automático de iluminación externa, se presentan los beneficios que puede percibirse:

- Disminución de la demanda eléctrica en aulas, oficinas y laboratorios prácticos.
- Menor consumo de electricidad en aulas, oficinas y laboratorios prácticos.
- Disminución del costo de la factura eléctrica por iluminación.

Tabla 4.185 Acción correctiva instalaciones electrónicas: “Montaje de circuito de control”

Nombre de acción correctiva:	Montaje de circuito para el control automático de equipos
Código de la acción:	CON-02-MP
Problema a corregir:	Desperdicio de energía eléctrica debido a equipos de oficina, luminarias internas y aires acondicionados que permanecen encendidos cuando no están siendo utilizados.
Descripción del problema	
<p>A lo largo de la investigación realizada sobre cómo es utilizado el recurso energético en la Facultad se ha comprobado que este es desperdiciado de muchas formas, una de estas está ligada a la cultura de las personas al no apagar equipos de oficina, esta es una de las peores formas de tirar a la basura cantidades diarias energía eléctrica. El simple hecho de tratar con personas el caso del despilfarro de energía eléctrica es muy sensible y complicado, ya que hay falta de conciencia por el cuidado de tan preciado y escaso recurso. Cada vez que una computadora se encuentra encendida por descuidos humanos en horarios donde no se utiliza, es dinero que la UES FMOcc debe aportar en concepto de energía desperdiciada.</p> <p>Se ha encontrado muchas veces luminarias de aulas encendidas sin personas dentro, luces y aparatos de oficina encendidos en horarios donde se presume receso por almuerzo, aires acondicionados en marcha sin personas dentro de los espacios climatizados en horas de medio día y horas nocturnas cuando no son usados. El problema está en el consumo de energía eléctrica sin razón alguna, que se traduce en un incremento de la factura eléctrica que debe pagarse por la falta de una concientización sobre el cuidado del recurso energético. Se presentan los efectos negativos por la falta de control en el funcionamiento de los equipos eléctricos-electrónicos instalados en la universidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poca conciencia sobre el cuidado del escaso recurso energético. • Poca control en el funcionamiento de equipos eléctricos-eléctronicos. • Desperdicio de energía eléctrica por equipo de oficina, iluminación y climatización. • Aumento del costo de la factura eléctrica por ofimática, iluminación y climatización. 	
Acción correctiva	
<p>Teniendo claro que la Universidad pasa por momentos críticos en los que el financiamiento escasea, el buen uso del recurso energético es crucial en el ataque frontal a los problemas de iliquidez económica. Una de las alternativas propuestas para la racionalización de la energía eléctrica es el control automático de los aparatos que consumen electricidad en horarios donde no son usados; pero que por hábitos incorrectos, descuido humano, procesos mal diseñados, entre otros, los equipos electrónicos se encuentran funcionando.</p> <p>Para la racionalización del recurso eléctrico en la UES-FMOcc se propone la instalación de un sistema de control de paso de corriente a los circuitos de fuerza eléctrica, como: Circuitos de iluminación, circuitos de climatización y circuitos de ofimática. El sistema que se propone es un circuito de control programable, este consiste en un Logo para control de Contactores que den paso o corte de energía eléctrica a la entrada del circuito que se desea mantener restringido.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Especificaciones de la acción:

Procedimiento de la acción

Esta acción correctiva está enfocada a ser implementada en aquellos lugares que cumplen con características como las que se presentan:

- Espacios de la universidad que representan potenciales focos de desperdicio, por funcionamiento innecesario de los sistemas climatización, iluminación o equipo ofimático.
- Espacios de la Facultad donde se percibe consumo a horas nocturnas.

Se presenta el procedimiento del montaje del circuito de control de equipos eléctricos en el cursograma.

Cursograma analítico:		Montaje de circuito de control de cargas					
Actividad:	Realización del montaje de un circuito de automatización de control de cargas	Operación	●				
Método propuesto por:	Grupo investigador del plan	Transporte	➔				
Tiempo:	Según la dimensión de la acción	Demora	◐				
Número de personal:	Según la dimensión de la acción	Inspección	■				
		Almacenamiento	▼				
N	Descripción	○	➔	◐	□	▽	Observación
	Identificación de circuito a controlar				●		
	Identificación de lugar de montaje de caja de circuito				●		
	Montaje de caja de circuito	●					
	Montaje de Logo	●					
	Montaje de Contactor	●					
	Identificación de lugar de montaje de sensor				●		
	Transporte de materiales para montaje de Sensor		●				
	Montaje de sensor	●					
	Cableado de Sensor	●					
	Conexión de circuito	●					
	Inspección de conexión de circuito				●		
	Corte de entrada de voltaje de circuito de carga	●					
	Conexión de circuito de carga a circuito de control	●					
	Carga de programa a Logo	●					
	Prueba de funcionamiento				●		
Total		9	1		5		

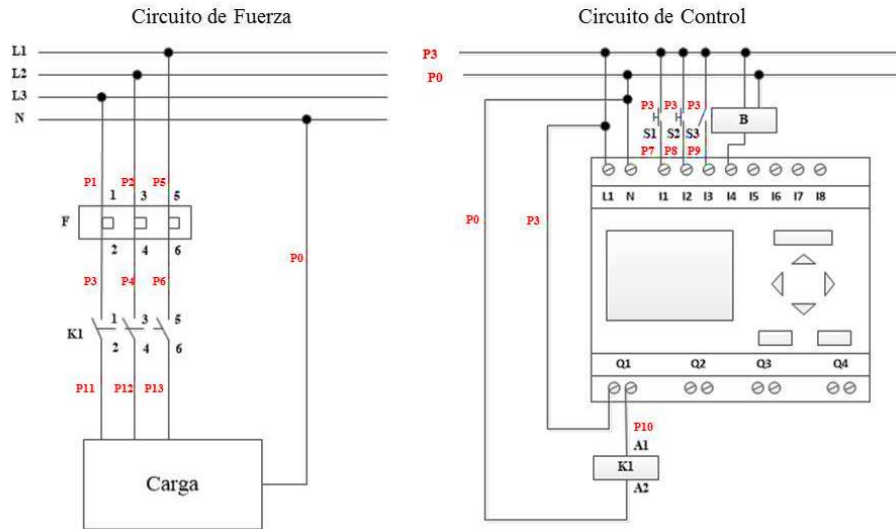
Especificaciones de la acción:

Especificaciones técnicas

El diagrama presentado es del circuito propuesto para el control automático de restricción del paso de energía eléctrica a espacios que representan una fuente de desperdicio por malas prácticas en el uso del recurso, donde según las necesidades este puede tener como carga un circuito completo de luminarias, equipo de climatización o circuitos de fuerza de tomacorrientes.

Continúa en la página anterior

Continuación de acción correctiva: Montaje de circuito para el control automático de equipos

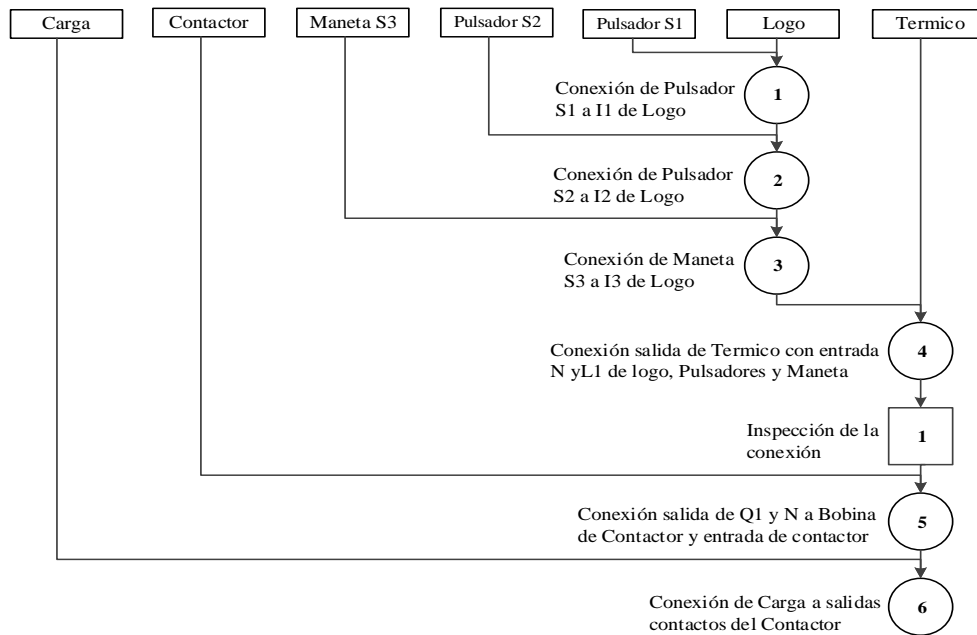


El circuito de control se presenta en dos bloques los cuales son:

- Circuito de Fuerza: El circuito de fuerza es el medio de transmisión de la energía eléctrica a las luminarias externas.
- Circuito de control: Es el medio por el cual el proceso de automatización del sistema de racionalización de energía eléctrica es posible.

Conexión y elementos del circuito

Para la conexión del circuito propuesto se tienen una serie de pasos que se explican mediante el siguiente cursograma sinóptico, se detalla la conexión de circuito y los dispositivos utilizados para el montaje.

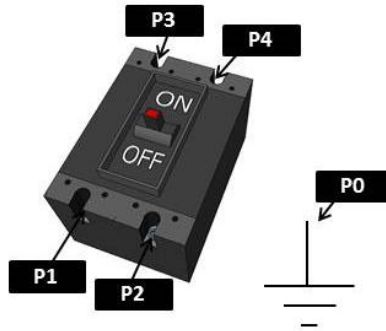


Continúa en la siguiente página

Conexión de Dispositivos

Breaker (F)

Es el dispositivo encargado de la protección del circuito, este trabaja como un interruptor que es disparado automáticamente cuando sobre el pasa una corriente eléctrica demasiado grande.



Conexión de Breaker:

- **P1 y P2:** Estos puntos son los correspondientes a la entrada de energía del dispositivo, donde a cada uno de estos se conectan los cables que poseen una diferencia de potencial igual a 110 VAC con respecto al punto P0 (Tierra), también entre P1 y P2 hay una diferencia de Potencial igual a 208 VAC.
- **P3 y P4:** Los puntos P3 y P4 son los que identifican las salidas del dispositivo, de los cuales se tiene una diferencia de potencial igual a la entrada de estos.

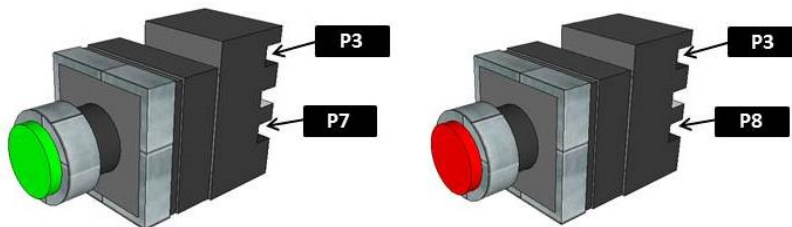
Para el caso de aquellas cargas en las que son necesarios 3 líneas a 110 VAC, debe establecerse un tercer punto de entrada y su respectiva salida.

Pulsadores

Es un dispositivo mecánico usado para el control manual del paso o interrupción de una corriente eléctrica por un circuito, a diferencia de la maneta esta regresa a su estado inicial al dejar de pulsarlo. Según el modelo puede ser de dos tipos.

- NA: Normalmente abierto.
- NC: Normalmente cerrado.

Para el circuito de control, el tipo de manera requerida en esta función es normalmente abierta.



Continúa en la página siguiente

Conexión de Pulsadores

Para el circuito de control de cargas es necesario el uso de dos tipos de pulsadores del tipo NA, pero que el fin de cada uno es diferente:

Pulsador Verde (S1): Este es el pulsador que cumple con la función de encendido general de todo el sistema, le corresponde a una de las entradas del Logo precisamente la I1. La conexión de este pulsador se tiene como sigue:

- P3: Este pulsador comparte el punto P3, el cual es común con una de las salidas de uno de los Braker donde se tiene un voltaje a 110 VAC.
- P7: El punto P7 es el correspondiente a la salida del pulsador, donde al ser este accionado se tiene un voltaje a 110 VAC el cual va a I1 del Logo.

Pulsador Rojo (S2): Este pulsador es del tipo NA el cual tiene como función en el circuito de control el apagado general y de emergencia de todo el sistema. La conexión de esta está a la entrada I2 del Logo y debe ser conectado según los siguientes puntos:

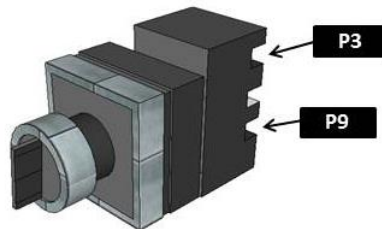
- P3: Este pulsador comparte el punto P3, el cual es común con una de las salidas de uno de los Braker donde se tiene un voltaje a 110 VAC.
- P8: El punto P8 es el correspondiente a la salida del pulsador, donde al ser este accionado se tiene un voltaje a 110 VAC el cual va a I2 del Logo.

Maneta NA (S3)

La Maneta es un dispositivo mecánico usado para el control manual del paso o interrupción de una corriente eléctrica por un circuito. Según el modelo de la Maneta puede poseer interruptores de dos tipos.

- NA: Normalmente abierto.
- NC: Normalmente cerrado.

Para el circuito de control, el tipo de manera requerida en esta función es la normalmente abierta.



Conexión de Maneta

- P3: El punto P3 es el referente a una de las salidas del Braker, el cual debe ser conectado por medio de un conductor a uno de los bornes de la Maneta.
- P9: El punto P9 indica el borne de salida del interruptor NA de la Maneta.

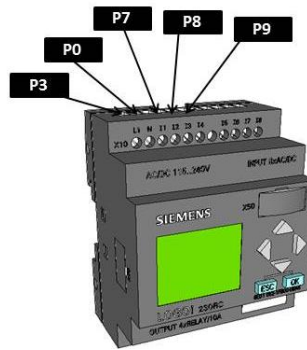
Continúa en la siguiente página

Logo 230 Siemens

El logo es un dispositivo electrónico programable que es usado para realizar circuitos de automatización y control, este puede cumplir con funciones de Contactos NA a cada una de sus salidas. Este dispositivo puede ser programable para que cumpla con funciones de temporizador, control a base de sensores, entre otros que van conectados a sus entradas I y se tiene sus salidas Q. En caso de que las salidas Q no sean suficientes debe agregarse un módulo de expansión, con lo que se tendrían 3 salidas y 5 entradas adicionales.

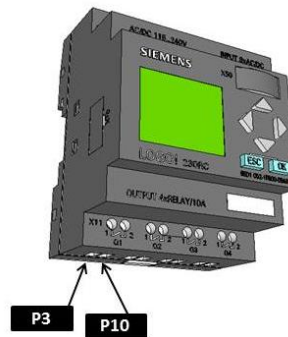
La conexión del Logo en el circuito de control se presenta según los siguientes puntos:

Entrada de Logo



- **P3:** Este punto es el que proviene desde la salida de uno de los Brakers y es el utilizado para energizar a el Logo con 110 VAC.
- **P0:** El punto P0 es el punto N utilizado en la energización del Logo.
- **P7:** El punto 7 es el común entre la entrada I1 del Logo con la salida del pulsador S1, donde este último deja pasar un pulso de 110 VAC que indica el encendido del sistema de control propuesto.
- **P8:** El punto 8 es común con la salida del pulsador S2 el cual va a la entrada I2 del Logo, este es el que el circuito a destinado para el paro general del sistema.
- **P9:** Este punto es el común entre la entrada I3 del Logo y la salida de la Maneta S3, es el que tiene el circuito para un encendido de emergencia del sistema, ya que da paso a la entrada de voltaje de la carga a controlar, pues todo el sistema trabaja en función tiempo.

Salida de Logo

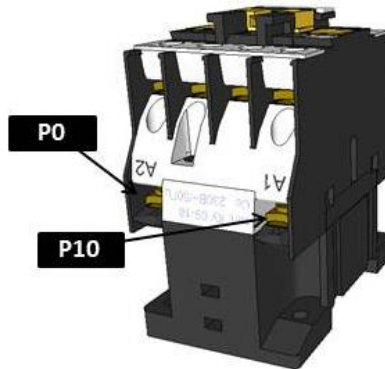


Continúa en la siguiente página

- **P3:** El punto P3 es el común entre una de las salidas del Braker que energiza a el Logo, este también debe ser conectado a una de las entradas del contacto NA de la Salida Q1 donde llegan 110 VAC.
- **P10:** Este es la Salida del Contacto Q1 del Logo del cual se tiene un voltaje igual al de P3.

Contactor (K1)

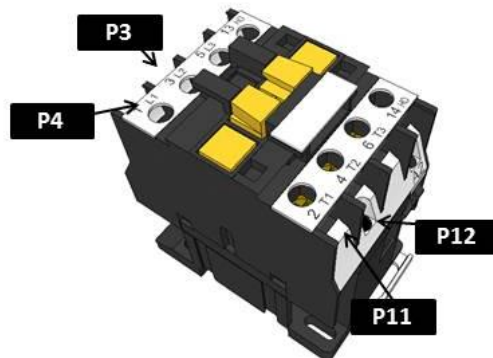
Este es un dispositivo electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente el circuito, tan pronto se dé tensión a la bobina.



Bobina de Contactor

- **P0:** El punto 0 es el común con respecto a Tierra, este servirá para generar la diferencia de potencial entre la bobina del Contactor.
- **P10:** Este punto es común entre la salida del contacto de la salida Q1 del Logo y la entrada A1 de la bobina del Contactor, para energizarlo con 110 VAC.

Contactos de Contactor



- **P3 y P4:** Estos puntos son Iso que comparten la entrada de los contactos del Contactor con la salida de los Braker, donde esta es la conexión para el paso de 110 VAC.
- **P11 y P12:** Estos son los puntos de salida de los contactos del Contactor, entre los cuales se tiene una diferencia de potencial de 110 VAC en cada uno de los puntos.

Continúa en la siguiente página

Según sea la carga eléctrica que se pretende controlar para el paso de corriente puede variar la cantidad de contactos a ser utilizados, si es necesario el uso de tres líneas a 110 VAC deben ser ocupados los puntos P6 y la tercera entrada NA del Contactor.

Carga eléctrica

La carga que se desea controlar con el circuito de automatización propuesto, puede variar según sea el foco de desperdicio a atacar. Esta carga eléctrica debe ser energizada con las líneas de las salidas de los contactos del Contactor, estos son los puntos P11, P12 y P13 y el P0 que es el neutro a tierra.

Se puede añadir al circuito un elemento extra, este puede ser un sensor para la medición de algún fenómeno, como: iluminación, temperatura, entre otros. Esto puede servir para la captación de un elemento análogo que aportaría control de los equipos eléctricos en base a los fenómenos medidos.

Especificaciones de la acción:

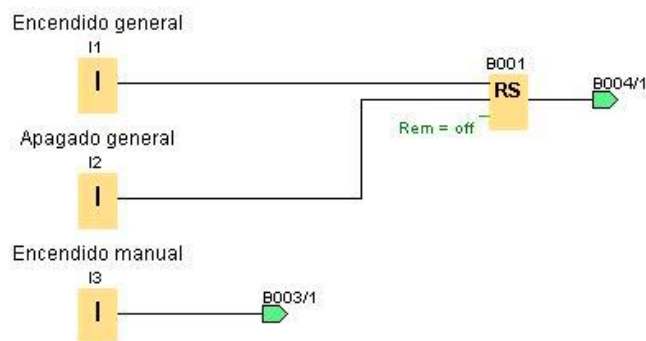
Programación del Logo

La programación del Logo puede realizarse desde dos maneras, la primera es programación manual directamente desde el dispositivo mediante el control ubicado al frente de este, la segunda manera es hacerlo mediante una interfaz entre el Logo y una computadora. Para la programación desde una PC es necesario el programa Logo Soft proporcionado por la empresa Siemens de forma gratuita para los usuarios de sus productos, con el programa se ingresan los comandos para definir las funciones que realizara el dispositivo. Para fines prácticos de la se presentan los casos en el uso del circuito y su variación en la programación.

Encendido del sistema

El encendido del sistema, es el bloque del programa del Logo que se encarga la inicialización del sistema de control, es donde los pulsadores y maneta dan los pulsos a las entradas I que se muestran en la figura.

Encendido del sistema

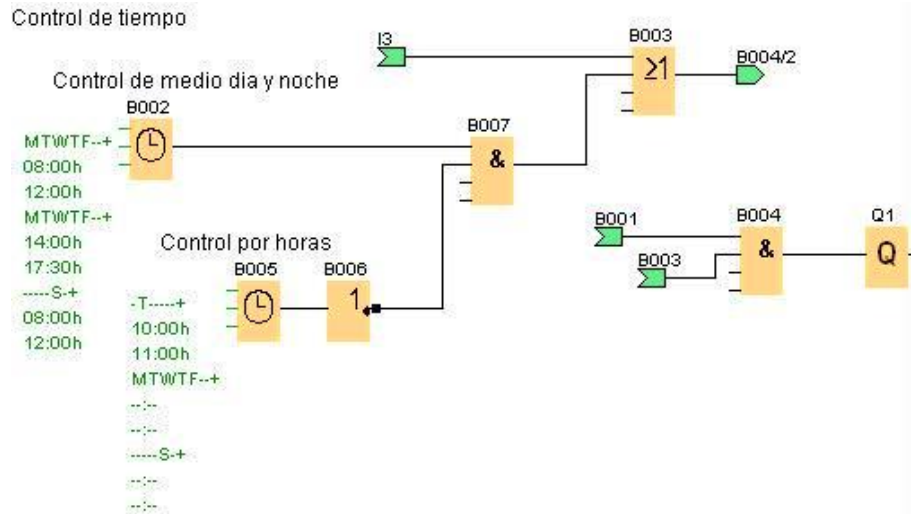


El control del paso y corte de la corriente eléctrica a los circuitos de una determinada carga puede estar enfocado a dos tipos los cuales son por tiempo o por un sensor que capte variaciones de fenómenos físicos ligados al uso del recurso energético. Para dicho fin se presentan los dos casos y su variación en la programación.

Continúa en la siguiente página

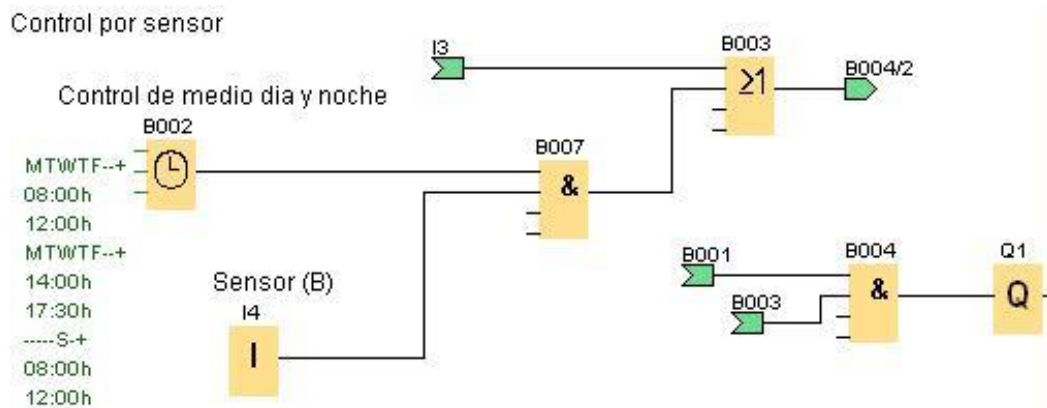
Caso 01: Control de carga por tiempo

La programación del Logo según el tiempo, se refiere a realizar un programa que controle el paso o corte de corriente eléctrica a un circuito según los días y horas donde existe posibilidad de desperdicio del recurso energético. Se presenta el programa del Logo para el control de tiempo de conexión y desconexión.












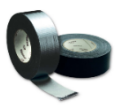
Caso 02: Control de carga por sensor

El control de cargas por medio de un sensor, es una de las opciones para mantener la restricción del paso de corriente a una carga eléctrica. Según el diagrama propuesto es el I4 debe ser conectado y ante esto el bloque de programa es diferente como se presenta.



El Logo físicamente posee 4 salidas Q y 8 entradas I, pero es posible la adición de un módulo de expansión a través de un dispositivo que se conecta a este para aumentar la cantidad de salidas y entradas. En caso de que sea necesario el control de varios circuitos, es posible utilizar las otras salidas disponibles del Logo con controles por tiempo, por sensor o una mezcla de ambos.

Materiales para la acción correctiva:

	Material:	Maneta eléctrica		Material:	Pulsador eléctrico
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida:			Medida:
		Precio unitario: \$17.63			Precio unitario: \$ 13.72
		Proveedor: Pacífico Batarse			Proveedor: Pacífico Batarse
	Material:	Bobina de contactor		Material:	Logo 230rc Siemens
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida: 16 Amp			Medida:
		Precio unitario: \$ 41.92			Precio unitario: \$ 125.35
		Proveedor: Pacífico Batarse			Proveedor: Pacífico Batarse
	Material:	Bobina de Contactor		Material:	Caja para pulsador
		Especificaciones			Especificaciones
		Potencia: 32 Amp			Medida:
		Precio unitario: \$ 88.72			Precio unitario: \$ 127.32
		Proveedor: Pacífico Batarse			Proveedor: Pacífico Batarse
	Material:	Módulo de expansión Siemens		Material:	Caja para pulsador
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida:			Medida:
		Precio unitario: \$ 66.60			Precio unitario: \$ 19.03
		Proveedor: Pacífico Batarse			Proveedor: Pacífico Batarse
	Material:	Alambre conductor		Material:	Cinta aislante
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida: 100 m THHN 12			Medida:
		Precio unitario: \$ 34.92			Precio unitario: \$ 1.08
		Proveedor: Pacífico Batarse			Proveedor: Pacífico Batarse

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Destornillador	Phillips y plano	UES-FMOcc
Tenaza	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Cortadora de alambre	Mango con aislante eléctrico	UES-FMOcc
Navaja de electricista		UES-FMOcc
Broca de 6mm	Para concreto	UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro atornillador		UES-FMOcc
Multímetro		UES-FMOcc
Escalera	De tijera	UES-FMOcc
Tipo de equipo de seguridad	Especificación	Propiedad
Lentes	Lentes para protección ocular	Personal
Mascarilla	Para partículas serie 8000	Personal
Guantes		Personal

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Notificar el corte de energía eléctrica a las unidades cercanas.
- Verificar el corte de energía eléctrica cuando se instalen los instrumentos.
- Utilizar lentes siempre que se use el talador atornillador.

Continúa en la siguiente página

Costo unitario de implementación:

Costo unitario para la implementación de la acción correctiva con contactores de 16 A.

Costo 1:

1 Maneta eléctrica.....	\$17.63
2 Pulsadores eléctrico.....	\$27.44
4 Contactores de 16 A.....	\$167.68
1 Logo 230rc.....	\$125.35
1 Caja para contactor.....	\$127.32
1 Cajas para 2 pulsadores.....	\$19.03
1 Caja para maneta.....	\$09.51
100 m de alambre THHN 12.....	\$34.92
1 Rollo de cinta aislante.....	\$01.08
Costo unitario de acción.....	\$529.96

Costo unitario para la implementación de la acción correctiva con contactores de 32 A.

Costo 2:

1 Maneta eléctrica.....	\$17.63
2 Pulsadores eléctrico.....	\$27.44
4 Contactores de 32 A.....	\$354.88
1 Logo 230rc.....	\$125.35
1 Caja para contactor.....	\$127.32
1 Cajas para 2 pulsadores.....	\$19.03
1 Caja para maneta.....	\$09.51
100 m de alambre THHN 12.....	\$34.92
1 Rollo de cinta aislante.....	\$01.08
Costo unitario de acción.....	\$717.16

Costo unitario para la implementación de la acción correctiva con contactores de 32 A, más módulo de expansión y dos contactores adicionales.

Costo 3:

1 Maneta eléctrica.....	\$17.63
2 Pulsadores eléctrico.....	\$27.44
6 Contactores de 32 A.....	\$532.32
1 Logo 230rc.....	\$125.35
1 Módulo de expansión.....	\$66.60
1 Caja para contactor.....	\$127.32
1 Cajas para 2 pulsadores.....	\$19.03
1 Caja para maneta.....	\$09.51
100 m de alambre THHN 12.....	\$34.92
1 Rollo de cinta aislante.....	\$01.08
Costo unitario de acción.....	\$961.2

Beneficios de la acción:

- Disminución de la demanda eléctrica en aulas, oficinas y laboratorios prácticos.
- Menor consumo de electricidad en aulas, oficinas y laboratorios prácticos.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Línea de acción 3: Procesos Administrativos

Tabla 4.186 Acción correctiva procesos: “Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación”

Nombre de acción correctiva:	Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación
Código de la acción:	PILU-01-MP
Problema a corregir:	Desperdicio de energía eléctrica por uso ineficiente del sistema de iluminación natural y artificial en áreas como aulas, oficinas, laboratorios, talleres, bibliotecas, entre otros.
Descripción del problema:	
<p>Uno de los problemas detectados en la universidad y que es fuente de desperdicio de energía eléctrica, es la forma ineficiente en que se utiliza el sistema de iluminación tanto natural como artificial. Los desperdicios de electricidad que actualmente se tienen obedecen a las siguientes causas: una cultura energética desfavorable como se concluyó en el diagnóstico del capítulo 3, esta ocasiona hábitos en la comunidad universitaria que contribuyen al desperdicio de electricidad, producto de la forma en que usan los sistemas de iluminación. También se tienen desperdicios de energía en iluminación por la forma en que se encuentran distribuidos los muebles de oficina, la distribución de las lámparas, entre otros. Se citan algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none">* Luminarias encendida y sin uso en aulas, oficinas, espacios de estudio, entre otros.* Obstaculización de iluminación natural en los espacios por cortinas, muebles y otros.* Sectorización de circuitos de iluminación inadecuada.* Incorrecta distribución de luminarias en los espacios.* Hábitos incorrectos en la comunidad universitaria en el uso de la iluminación artificial como natural. <p>El problema es generalizado para toda la comunidad universitaria, ya sea en el uso de la iluminación artificial o natural, en la incorrecta instalación del sistema de luminarias, en la distribución de muebles que obstaculizan la iluminación natural u otros. Se detallan los efectos negativos de utilizar ineficientemente el sistema de iluminación</p> <ul style="list-style-type: none">• Desconocimiento por los usuarios del desperdicio de energía por el mal uso de iluminación.• Disminución de la cantidad y calidad de la iluminación en los espacios.• Mayor consumo de electricidad por el sistema de iluminación.• Aumento en el costo de la factura eléctrica por iluminación.	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva consiste en generar conocimiento y conciencia en la comunidad universitaria sobre la importancia que tienen ahorrar energía eléctrica en el sistema de iluminación, además de comunicarles todos los beneficios que se obtienen. La capacitación se da primero a trabajadores de la UES-FMOcc, brindando un diagnóstico completo de la forma en que se utiliza y funciona el sistema de iluminación en la facultad, y cómo esta forma contribuye al desperdicio; la capacitación consiste en informar la nueva forma de utilización y funcionamiento del sistema que permite ahorrar energía en iluminación. Luego se traslada la información a los estudiantes, esto se realiza en el aula, con el canal de comunicación docente-alumno.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Especificaciones de la acción:

Se presenta el procedimiento para el desarrollo de la capacitación sobre el uso eficiente del Sistema de Iluminación en la UES-FMOcc. Es importante mencionar que la capacitación debe ser integrada al proyecto de la cultura energética propuesto en la acción CULT-01-MP “Implementación de una cultura energética en la UES-FMOcc”, para lograr mayor profundidad en la investigación y soluciones.

1. *Evaluación y elección de temas*.....
2. *Elección del equipo capacitador*.....
3. *Desarrollo de temas y gestión de capacitación*.....
4. *Ejecución de capacitación*.....
5. *Control del impacto de capacitación*.....

Se describe en seguida el desarrollo de cada paso del proceso de capacitación:



1. Evaluación y elección de temas

En la evaluación y elección de temas se incluirán los problemas diagnosticados, las soluciones propuestas, y beneficios económicos y medio-ambientales presentados en este trabajo; también deben incluirse los temas, puntos de vista, conocimiento y experiencia del equipo capacitador para dar profundidad en el desarrollo, además de dar un carácter técnico a la capacitación. Los aportes de este trabajo de grado para desarrollar la capacitación y que son el resultado del esfuerzo de más de dos años de investigación, se incluyen en la siguiente guía de temas.

Introducción sobre funcionamiento correcto del sistema de iluminación en la universidad

- * La persona encargada de brindar la capacitación explicará cual es el funcionamiento correcto no solo de la iluminación artificial instalada, sino, también de las condiciones que debe tener la oficina, laboratorio y el entorno de la instalación; para que el sistema de iluminación natural y artificial sea energéticamente eficiente, de manera breve porque no es el objetivo principal.
- * Luego debe comparar el funcionamiento correcto del sistema con el funcionamiento actual de Sistema de Iluminación en la facultad, describiendo los problemas del siguiente punto.

Problemas diagnosticados y que elevan el consumo de energía eléctrica (Oportunidades de mejora).

- * Luminarias encendida y sin uso en aulas, oficinas, espacios de estudio, entre otros.
- * Obstaculización de iluminación natural en los espacios por cortinas, muebles y otros.
- * Sectorización de circuitos de iluminación inadecuada
- * Incorrecta distribución de luminarias en los espacios
- * Hábitos incorrectos en el uso de la iluminación tanto artificial como natural.
- * Entre otros que se describen en la parte 3.2.2.1 de este trabajo “Diagnóstico del Sistema de iluminación”

Continúa en la siguiente página

Soluciones propuestas a los problemas diagnosticados (acciones correctivas)

- * Políticas y normas de uso del sistema de iluminación (Anexo 3)
- * Procesos de uso de biblioteca, hemeroteca y aulas de clase orientadas al uso eficiente dl sistema de iluminación (Anexo 4, Anexo 5)
- * Capacitación sobre funcionamiento y uso del sistema de iluminación
- * Sectorización de circuitos de iluminación por zonas
- * Distribución correcta de luminarias en los espacios
- * Mejoramiento en las condiciones de iluminación natural
- * Entre otras que se pueden encontrar en capítulo 4 “Plan de ahorro del consumo eléctrico en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador”

Beneficios económicos y medio-ambientales

- * Ahorro del consumo de electricidad percibido por iluminación.
- * Ahorro en la factura eléctrica percibidos por iluminación.
- * Aumento de liquidez financiera por disminución de cuentas por pagar.
- * Orientación para una Cultura Energética favorable.
- * Disminución de los impactos medio-ambientales por generación de electricidad.



2. Elección del equipo capacitador

Los siguientes cuatro pasos quedan fuera del alcance de este trabajo, debido a que ya forman parte de la implementación de las propuestas, no obstante, se describirán sobre la misma línea de este trabajo.

En el paso dos con los temas ya evaluados y elegidos se buscará una o varias personas que estén a cargo de brindar la capacitación, primero se buscará este equipo dentro de la UES-FMOcc encontrando personas que tengan responsabilidades e intereses con el cuidado al medioambiente, el ahorro de energía. Entre las unidades donde se puede buscar personas con este perfil están: la unidad de mantenimiento de la facultad, unidad de desarrollo físico, departamento de biología, entre otras. Si el perfil buscado no se encuentra en la facultad se deberá contratar un equipo capacitador externo.



3. Desarrollo de temas y gestión de capacitación

Con los miembros del equipo capacitador elegidos o contratados el siguiente paso es preparar la capacitación, estudiando los temas por parte del equipo y gestionando el material didáctico como afiches, computadora, cañón, presentación en power point, gestionando también el local (sala de conferencia), refrigerio, invitando a los usuarios, y lo demás que debe administrarse para ejecutar la capacitación.



4. Ejecución de capacitación

Ya con la capacitación planificada desde la elección de los temas hasta los mecanismos para medir el impacto en el nivel de conciencia sobre el ahorro energético y cuidado medio-ambiental, bien organizada con los recursos didácticos, humanos (equipo capacitador y usuarios del sistema de aire acondicionado), físicos como el local (sala de conferencia), entre otros: se brinda la capacitación en la fecha y hora convenidas. La capacitación puede concebirse para ejecutarse en varias sesiones.



5. Control del impacto de capacitación

Esta parte se mide el impacto de la capacitación y controla si se logró moldear el comportamiento de los usuarios en función de buenas prácticas y hábitos de ahorro en el Sistema de Iluminación. Se plantean medidas de control en la acción TAR-02-LP “Control de consumo eléctrico” que van sobre la línea de verificar si la disminución del consumo es la planificada, midiendo el patrón del consumo en equipos y sistemas eléctricos y comparándolo con proyecciones; pero deberán desarrollarse también medidas de control y verificación para comprobar si la disminución del consumo es en parte por el uso correcto de la iluminación por los usuarios como producto de las capacitaciones, ya que el ahorro podría ser únicamente por cambios tecnológicos de luminarias LED en las oficinas y laboratorios, para esto se mide el cambio del comportamiento y el nivel de conciencia para ahorrar energía eléctrica y cuidar el medio-ambiente por medio de investigación cualitativa.

Nota: La capacitación sigue la línea de describir a los usuarios desde el diagnóstico del sistema de iluminación de la UES-FMOcc hasta las soluciones económicas y medio-ambientales descritas en este trabajo, sin embargo, se deja a criterio del equipo capacitador si tienen que mejorarse, cambiarse o incluirse más criterios que permitan funcionar más eficientemente el sistema.

Materiales para la acción correctiva:

Material:	Refrigerio	Material	Hojas volantes
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida:		Medida: Papel carta
	Precio unitario: \$ 2.00		Precio unitario: \$ 0.25
	Proveedor:		Proveedor:

Costos unitarios de implementación:

El costo unitario de implementación será por persona en la capacitación, ya que se ofrece una hoja volante con medidas de ahorro y un refrigerio por persona capacitada, así el costo es el siguiente.

Costo unitario de implementación.....\$ **2.25/docente**

Beneficios de la acción

Ante la implementación de la acción correctiva se obtienen los siguientes beneficios:

- Conocimiento de los usuarios de cómo utilizar el sistema de iluminación.
- Aumento de la cantidad y calidad de iluminación en los espacios.
- Menor consumo de electricidad por el sistema de iluminación.
- Disminución en el costo de la factura eléctrica por los beneficios anteriores

Tabla 4.187 Acción correctiva procesos: “internalización del mantenimiento de aires acondicionados”

Nombre de acción correctiva:	Internalización del mantenimiento de aires acondicionados
Código de la acción:	PCLIM-01-MP
Problema a corregir:	Mantenimiento inadecuado del sistema de climatización en la facultad, además de costos excesivos en mantenimiento del sistema de climatización debido al cobro de la empresa de mantenimiento externas.
Descripción del problema:	
<p>El mantenimiento externo del sistema de aires acondicionados es un daño más que un beneficio, ya que se paga una cantidad excesiva de dinero a la empresa ganadora de la licitación para brindar el servicio; además, las intervenciones correctivas de mantenimiento no costarían ni la mitad de lo que cobra la empresa externa si las ejecuta el técnico de la unidad de mantenimiento de la facultad, es de sumar también que las intervenciones correctivas y preventivas que realizó la empresa en el 2014 fueron realizadas a medias tintas según fuentes del grupo investigador. La empresa Servicios Fríos S. A de C. V cobro cerca \$ 8 mil en el 2014 por una intervención que duro 2 semanas que según la fuente (que no se revelará) era innecesaria, ya que el sistema de aires se encontraba funcionando correctamente ese año, pero la historia no comienza ahí.</p> <p>La UES-FMOcc paga cerca de \$ 8 mil para mantenimiento del sistema de climatización artificial y cuyo acceso a este fondo parece ser únicamente mediante una empresa que gane una licitación, la unidad de mantenimiento interna nunca ha tenido acceso a financiamiento por esta vía. Esto parece no ser negativo, ya que son empresas especializadas en el rubro que pueden brindar un buen servicio a un buen costo, pero no es lo que realmente ocurre en la universidad. Servicios Fríos S. A de C. V quién ganó la licitación del mantenimiento en los años 2013 y 2014, prácticamente liquidó la partida de mantenimiento de aires acondicionados en una intervención que duró dos semanas en el 2014 y luego no controló ni monitoreó el funcionamiento del sistema durante los 11 meses restantes de año; además, se hizo del conocimiento del grupo investigador que esta empresa no brinda un buen servicio a la facultad, llegando en ocasiones a colocar piezas usadas, cambiar piezas que se encuentran en buen funcionamiento, no ejecutando limpieza de filtros y de tuberías, todo con el propósito de anticipar fallos en los aires acondicionados debido a estas prácticas incorrectas.</p> <p>Lo que preocupa es que en la UES-FMOcc se sabe la forma de operar de esta empresa y sigue ganando la licitación, también es incoherente que el mantenimiento externo sea más caro a que sí se realiza internamente, solo que no se cuente con el recurso técnico o el equipo para ejecutarlo; sin embargo, la Facultad Multidisciplinaria de Occidente cuenta con un técnico en mantenimiento de aires quien manifestó que puede realizar el trabajo y que la universidad cuenta con gran parte del equipo para desarrollarlo, además, con una partida de \$8 mil pueden comprarse los equipos que faltan y mejorar el sistema de mantenimiento.</p> <p>Se preguntó a las autoridades acerca de la solución (internar el mantenimiento de aires acondicionados), pero muestran señales de no querer cambiar la forma actual de ejecutar el mantenimiento. Ante la propuesta el jefe de mantenimiento Ing. Raúl Bermúdez dice que <i>“no es posible porque la facultad no cuenta con el equipo necesario para realizar intervenciones de cambio de gas refrigerante, cambio de compresores y otras donde se necesita bomba de vacío, manómetros, amperímetro y otros equipos que la universidad no tiene”</i>, sin embargo, el costo de estos equipos no cubren ni el 40% de lo que la empresa externa cobra en un año.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Por otro lado el decano de la universidad Lic. Raúl Azcúnaga comentó “*el mantenimiento es interno y limitado por los recursos técnicos y tecnológicos en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, y cuando el limite se sobrepasa es cuando se acude a la empresas externas para que brinden el servicio*”; se comentó al decano que el recurso técnico no es inconveniente, ya que se cuenta con una persona que tiene los conocimientos y capacidades técnicas, se preguntó también si se solventaría el problema de tecnología utilizando el fondo destinado para mantenimiento externo para comprar el equipo que es la limitante; el Decano contestó “*No es posible utilizar ese fondo, ya que tiene un fin definido, pero lo que se puede hacer es comprar el equipo faltante con el plan de compras de la facultad*”.

La encargada de la UACI en la UES-FMOcc Lic. Jenny secundó la solución del decano, además agregó que todo tiene que realizarse con un año de anticipación, porque el plan de compras tarda un año en ejecutarse, también mencionó que el decano debe autorizar la no participación de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente en el proceso de licitación para contratar el servicio de mantenimiento. Respecto a la partida para mantenimiento externo que no se utilizaría, pues, todos coincidieron que queda liberada y regresara de dónde provino, y que no puede reorientarse a la unidad de mantenimiento de la UES-FMOcc, es algo que no se entiende, porque ayudaría a solventar los problemas que enfrenta la unidad que en ocasiones no cuenta con dinero ni para comprar un chorro, comentaron los miembros de dicha unidad. Reorientar estos fondos (entre \$6 y \$8 mil) parece ser una solución fácil pero hacerla posible es difícil, y el obstáculo parece estar en la burocracia y forma de la administración pública. Los efectos negativos de mantenimiento externo de aires acondicionados son:

- Mantenimiento del sistema de climatización deficiente y con malas prácticas.
- Costo excesivo en mantenimiento debido al cobro excesivo de la empresa ganadora de la licitación.
- Uso deficiente e incorrecto de los recursos financieros universitarios.
- Limitación en acceso e uso a la partida de mantenimiento de aires acondicionados por la unidad de mantenimiento de la UES-FMOcc.
- Pérdida de oportunidad de mejorar el mantenimiento interno con el dinero asignado.
- Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora al no planear ni ejecutar intervenciones preventivas de mantenimiento orientadas al ahorro energético.
- Aumento de la factura eléctrica por climatización.

Acción correctiva:

Internalizar el mantenimiento de aires acondicionados consiste en administrar la legislación actual de la universidad para establecer de manera formal que el mantenimiento del sistema de climatización de la UES-FMOcc lo realice la unidad interna de mantenimiento de la facultad, estableciendo legalmente la asignación, acceso y procedimientos de manejo de los fondos que actualmente forman parte de la partida para el mantenimiento externo del sistema de aires acondicionados. Lo anterior traerá muchos beneficios, pero uno de los principales es que brindará recursos económicos para la unidad interna de mantenimiento y permitiendo a ésta financiar las intervenciones preventivas y correctivas que realice y administrar más eficientemente dicho fondo.

Especificaciones de la acción:

Procedimiento de la acción

Es importante mencionar que no se ha llegado al origen del problema, sabiendo que se ha encontrado una salida para que la empresa externa ya no siga brindando el servicio. Esta salida es adquirir los equipos faltantes a través del plan de compras de la universidad y que la unidad de mantenimiento de la UES-FMOcc ejecute el mantenimiento de aires acondicionados. Pero la solución completa debe tener el alcance de utilizar la partida destinada a mantenimiento externo de aires acondicionados para ser manejada y administrada por la unidad de mantenimiento interno, porque, no se puede únicamente cargar con más funciones y responsabilidades a esta unidad sin brindarle el recurso económico para desarrollarlas.

Únicamente se describirá el procedimiento para comprar el equipo a través del plan de compras, dejando la enorme deuda del procedimiento para reorientar la partida de mantenimiento externo de aires acondicionados a la unidad de mantenimiento interna de la facultad.

- 1. Desarrollar una propuesta de mantenimiento interno.....*
- 2. Presentarla propuesta ante la Decanatura y buscar la autorización.....*
- 3. Ejecución del mantenimiento interno.....*
- 4. Control del mantenimiento interno.....*



1. Desarrollar una propuesta de mantenimiento interno

Esta parte se refiere a gestionar los recursos técnicos y tecnológicos para poder ejecutar internamente todas las intervenciones de mantenimiento al sistema de climatización de la facultad. Ya se cuenta con el recurso técnico, pues se contrató hace años un técnico en mantenimiento de aires acondicionados quien brinda intervenciones de rutina y limpieza. El técnico representa un recurso subutilizado, porque se dedica a otras tareas de construcción y ornato, pero si contara con los equipos tecnológicos este puede desarrollar el mantenimiento del sistema de climatización. La otra parte de la propuesta es gestionar los recursos tecnológicos, se investigó con el técnico los equipos y materiales necesarios para brindar el mantenimiento, se buscaron proveedores y se cotizaron precios de los equipos y materiales, estos se describen en la siguiente parte “Materiales para la acción correctiva”.



2. Presentar propuesta ante Decanatura y buscar autorización

La propuesta consiste en la gestión de los recursos técnicos y tecnológicos. La propuesta se presenta ante el decano de la facultad para que la autorice si le parece correcta, es de mencionar que lo único que autorizaría es no participar en la licitación del mantenimiento externo de aires acondicionados y la compra de los equipos y materiales a través del plan de compras de la UES-FMOcc.



3. Ejecución del mantenimiento interno

La ejecución interna del mantenimiento interno, consiste en que el técnico de la facultad ya con todo el equipo y los recursos realice tanto las intervenciones correctivas como preventivas del sistema de climatización, sin que exista la necesidad de que se contrate una empresa externa.











4. Control del mantenimiento interno

La etapa de control consiste verificar el funcionamiento del sistema de climatización en el tiempo con la variable de realizarlo internamente, verificando si tiene un funcionamiento menor, igual o mayor, también verificando si el sistema presenta averías menos frecuentes o más frecuentes. Esto se realiza en función de indicadores de consumo de energía, frecuencia de fallo u otros.

Se recuerda que el procedimiento para que la partida de mantenimiento externo de aires acondicionado sirva de financiamiento para la unidad interna de la UES-FMOcc no se presentará, representando una deuda de este trabajo. Sin embargo se recomienda indagar más el problema, buscando utilizar de manera más eficiente el escaso recurso financiero con que cuenta la UES-FMOcc

Materiales para la acción correctiva

	Material:	Bomba de vacío		Material:	Equipo de soldadura autógena
		Especificaciones			Especificaciones
		Modelo: 3CFM,115V,QVP-300			Modelo: EQP59LL-3-SL
		Precio unitario: \$ 159.38			Precio unitario: \$ 580.00
		Proveedor: Granada S.A de C.V.			Proveedor: Oxgasa S.A de C.V
	Material:	Juego de manómetros		Material:	Jabón líquido "Coilux"
		Especificaciones			Especificaciones
		Modelo: QAL3SM-1			Medida: 1 galón
		Precio unitario: \$ 47.38			Precio unitario: \$ 10.90
		Proveedor: Granada S. A de C. V			Proveedor: Vidrí S. A de C. V
	Material:	Ácido muriático		Material:	Refrigerante R22
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida: 3 galones			Medida: 30 lb
		Precio unitario: \$ 10.00			Precio unitario: \$ 72.50
		Proveedor: Vidrí S. A de C. V			Proveedor: Granada S. A de C. V
	Material:	Nitrógeno líquido		Material:	Amperímetro de gancho
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida: 300 lb			Marca: TACTIX
		Precio unitario: \$ 100.00			Precio unitario: \$ 45.00
		Proveedor: Granada S. A de C. V			Proveedor: Vidrí S. A de C. V

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Desarmadores		UES-FMOcc
Juego de cubos		UES-FMOcc
Brochas		UES-FMOcc
Llaves para tuercas		UES-FMOcc

Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Taladro		UES-FMOcc
Escalera		UES-FMOcc

Continúa en la siguiente página

Costos unitarios de implementación

Los costos de implementación de la acción es la suma de los equipos y materiales cotizados. El costo será mayor el primer año por qué se necesita comprar equipo tecnológico (bomba de vacío, equipo de soldadura autógena, manómetros, amperímetro), en el segundo año será mucho menor. Se presentan los costos para el primer año y los siguientes años.

1 bomba de vacío.....	\$ 159.38
1 equipo de soldadura autógena.....	\$ 580.00
1 juego de manómetros.....	\$ 47.38
1 galón de jabón líquido coilux.....	\$ 10.90
1 galón de ácido muriático.....	\$ 10.00
30 lb de refrigerante R22.....	\$ 72.50
300 lb de nitrógeno líquido	\$ 100.00
1 amperímetro de gancho	\$ 45.00

Costo para el primer año: El costo para el primer año es la suma de todos equipos y materiales anteriores.

Costo de implementación/año 1 **\$ 1 025.16**

Costos del segundo y demás años: El costo será la suma de los materiales anteriores menos los costos de equipos (bomba de vacío, equipo de soldadura autógena, juego de manómetros y amperímetro de gancho).

Costo de implementación/segundo y demás años..... **\$ 193.40**

Beneficios de la acción

Ante la realización de esta acción correctiva de presentan los beneficios que puede ser percibidos ante la implementación:

- Mejoramiento en el mantenimiento del sistema de climatización y con buenas practicas.
- Disminución de los costos de mantenimiento del Sistema de Climatización
- Disminución de costo de mantenimiento como efecto de realizarlo internamente.
- Menor consumo de electricidad al mantener en estado de buen funcionamiento las unidades climatizadoras.
- Disminución del costo de la factura por climatización.

Nota: No se colocan como beneficios la financiación de la unidad de mantenimiento de la UES-FMOcc por que no se tiene la certeza de poder reorientar los fondos del mantenimiento externo a dicha unidad.

Tabla 4.188 Acción correctiva procesos: “Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Climatización”

Nombre de acción correctiva:	Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Climatización
Código de la acción:	PCLIM-02-MP
Problema a corregir:	Exceso de consumo de electricidad del sistema de aire acondicionado instalado producto de prácticas y hábitos incorrectos de los usuarios de las oficinas y laboratorios climatizados.
Descripción del problema:	
<p>Se tiene un consumo excesivo de electricidad en el sistema de climatización de la universidad, producto de que los usuarios de las oficinas y laboratorios climatizados no conocen sobre el funcionamiento y uso correcto que debe tenerse en éste sistema, para ser energéticamente eficiente. Los usuarios tienen hábitos incorrectos como mantener puertas y ventanas abiertas, dejar computadoras y otros equipos de oficina encendidos y sin uso, no saber a qué temperatura (temperatura de confort) debe ajustarse el termostato, entre otras que producen que el aire acondicionado desperdicie electricidad. Algunas de estas son muy impredecibles, como mantener puertas y ventanas abiertas que puede causar el efecto de que el sistema de climatización no tenga tiempos de paro, manteniéndose en estado de marcha todo el tiempo que se encuentre encendido e incrementando el consumo de electricidad hasta el doble.</p> <p>El problema es integral, ya que la dirección de las máximas autoridades de la Universidad no tiene iniciativas para la utilización eficiente de la electricidad, que para el caso específico sería el uso correcto del aire acondicionado, tampoco existen iniciativas de los docentes, alumnos, unidad de mantenimiento, ni ningún otro sector; así que no puede juzgarse y atribuirse el problema únicamente al usuario de la oficina donde está instalado la unidad climatizadora, que lo único que le falta es conocimiento del problema y dirección para corregirlo. A continuación se describen los efectos negativos de este problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de los usuarios de cómo utilizar el Sistema de Climatización. • Poca conciencia sobre el despilfarro de electricidad por aire acondicionado. • Aumento de la probabilidad de fallo y disminución de la vida útil de la unidad climatizadora. • Aumento de los costos de mantenimiento. • Mayor consumo de electricidad por la unidad climatizadora. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por climatización. 	
Acción correctiva:	
<p>Brindar capacitaciones a los usuarios de las oficinas y laboratorios sobre el funcionamiento y uso correcto que debe tenerse en este Sistema de Climatización. El objetivo es evitar que los usuarios tengan prácticas y hábitos incorrectos que contribuyan a desperdiciar electricidad y a deteriorar la unidad climatizadora. En estas capacitaciones, además deben tratarse las normas y políticas propuestas sobre el uso del Sistema de Climatización descritas en el anexo 3, con el propósito de brindar un poder coercitivo a las indicaciones de uso que en las capacitaciones se brinden, y garantizar el cumplimiento de las mismas. También debe tratarse el horario de uso propuesto en dicho anexo 3 “Normas de uso de equipo eléctrico-electrónico”.</p>	
Continúa en la siguiente página	

Especificaciones de la acción:

A la capacitación deben asistir la totalidad de empleados que sean privilegiados con aire acondicionado instalado en la oficina o laboratorio donde ejecutan sus labores, en seguida se describe el proceso que debe seguirse para lograr que la capacitación tenga los resultados esperados.

- 1. *Evaluación y elección de temas*.....
- 2. *Elección del equipo capacitador*.....
- 3. *Desarrollo de temas y gestión de capacitación*.....
- 4. *Ejecución de capacitación*.....
- 5. *Control del impacto de capacitación*.....

Se describe en seguida el desarrollo de cada paso del proceso de capacitación:



1. Evaluación y elección de temas

En la evaluación y elección de temas se incluyeran los problemas diagnosticados, las soluciones propuestas, y los beneficios económicos y medio-ambientales presentados en este trabajo, también deben incluirse los temas, puntos de vista, conocimiento y experiencia del equipo capacitador; con el motivo de dar profundidad en el desarrollo, además de dar un carácter técnico a la capacitación. Los aportes de este trabajo para el desarrollo de la capacitación y que son el resultado del esfuerzo de más de dos años de investigación, se incluyen en la siguiente guía de temas.

Introducción sobre funcionamiento correcto del sistema de climatización de la universidad

- * La persona encargada de brindar la capacitación explicará cual es el funcionamiento correcto no solo de la unidad climatizadora (evaporador y condensador), sino también de las condiciones que debe tener la oficina o laboratorio y el entorno de ésta para que el sistema de climatización sea energéticamente eficiente, de manera breve porque no es el objetivo principal.
- * Luego debe comparar el funcionamiento correcto del sistema con el funcionamiento actual, describiendo los problemas del siguiente punto.

Problemas diagnosticados y que elevan el consumo de energía eléctrica (Oportunidades de mejora).

- * Ventanas y puertas abiertas en oficinas climatizadas.
- * Usuarios sin conocimiento de uso, ni funcionamiento del aire acondicionado.
- * Termostatos análogos y cambio a digitales.
- * Usuarios renuentes a indicaciones provenientes de la unidad de mantenimiento.
- * Equipo de oficina encendido y sin uso en espacios climatizados.
- * Entre otros que se describen en la parte 3.2.2.3 de este trabajo “Diagnóstico del Sistema de Climatización”.

Soluciones propuestas a los problemas diagnosticados (acciones correctivas)

- * Políticas y normas de uso del sistema de climatización.
- * Capacitación sobre funcionamiento y uso del aire acondicionado.
- * Sustitución de CPU por centros de trabajo virtuales.
- * Uso del termostato digital.
- * Normas de uso de equipo electrónico.

Beneficios económicos y medio-ambientales

- * Ahorro del consumo de electricidad percibido por climatización.
- * Ahorro en la factura eléctrica percibidos por Climatización.
- * Aumento de liquidez financiera por disminución de cuentas por pagar.
- * Orientación para una Cultura Energética favorable.
- * Disminución de los impactos medio-ambientales por generación de electricidad.



2. Elección del equipo capacitador

Los siguientes cuatro pasos quedan fuera del alcance de este trabajo, debido a que ya forman parte de la implementación de las propuestas, no obstante se describirán sobre la misma línea de este trabajo.

Ya con los temas evaluados y elegidos, el paso dos consiste en buscar una o varias personas que estén a cargo de brindar la capacitación. Primero se buscará este equipo dentro de la UES-FMOcc, encontrando personas que tengan responsabilidades e intereses con el cuidado al medioambiente, el ahorro de energía, y mantenimiento del sistema de climatización. Entre las unidades donde pueden buscarse personas con este perfil están: la unidad de mantenimiento, unidad de desarrollo físico, departamento de biología, entre otras. Si el perfil buscado no se encuentra en la facultad deberá contratarse un equipo capacitador externo.



3. Desarrollo de temas y gestión de capacitación

Con los miembros del equipo capacitador elegidos o contratados el siguiente paso es preparar la capacitación, estudiando los temas por parte del equipo y gestionando el material didáctico como afiches, computadora, cañón, presentación en power point, gestionando también el local (sala de conferencia), refrigerio, invitando a los usuarios, y lo demás que debe administrarse para ejecutar la capacitación.



4. Ejecución de capacitación




Ya con la capacitación planificada desde la elección de los temas hasta los mecanismos para medir el impacto en el nivel de conciencia sobre el ahorro energético y cuidado medio-ambiental, organizada con los recursos didácticos, humanos (equipo capacitador y usuarios del sistema de aire acondicionado), físicos como el local (sala de conferencia), entre otros, se brinda la capacitación en la fecha y hora convenidas. La capacitación puede concebirse para ejecutarse en varias sesiones.



5. Control del impacto de capacitación

Esta parte es la de medición del impacto de la capacitación para controlar si se logró moldear el comportamiento de los usuarios en función de buenas prácticas y hábitos de ahorro en el sistema de climatización. Se plantean medidas de control en la acción TAR-02-LP “Control de consumo eléctrico” que van sobre la línea de verificar si la disminución del consumo es la planificada, midiendo el patrón el consumo de equipos y sistemas eléctricos y comparándolo con proyecciones, pero deberán desarrollarse también medidas de control y verificación para comprobar si la disminución del consumo es en parte por el uso correcto de los aires acondicionados como producto de las capacitaciones, ya que el ahorro podría ser únicamente por el aislamiento térmico de las oficinas y laboratorios, para esto se mide el cambio del comportamiento y el nivel de conciencia para ahorrar energía eléctrica y cuidar el medio-ambiente por medio de investigación cualitativa.

Materiales para la acción correctiva:

	Material: Afiches	Material: 	Hojas volantes
	Especificaciones		Especificaciones
	Medida: Papel A3		Medida: Papel carta
	Precio unitario: \$0.75		Precio unitario: \$ 0.25
	Proveedor:		Proveedor:
	Material: Refrigerio		
	Especificaciones		
	Medida:		
	Precio unitario: \$ 2.00		
	Proveedor:		

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Presentación en Power Point		
Extensión eléctrica		UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Computadora personal		UES-FMOcc
Cañón		UES-FMOcc
UPS		UES-FMOcc

Costos unitarios de implementación

El costo unitario de implementación está compuesto por dos costos, el primero es el de un afiche por oficina o laboratorio climatizado (unidad) y el segundo por persona en la capacitación, se ofrece una hoja volante con medidas de ahorro y un refrigerio por persona en la capacitación, así el costo es el siguiente.

Costo unitario de implementación.....\$0.75/unidad + 2.25/persona

Beneficios de la acción

- Conocimiento de los usuarios de cómo utilizar el sistema de climatización.
- Disminución de la probabilidad de fallo y aumento de la vida útil de la unidad climatizadora.
- Menor consumo de electricidad por la unidad climatizadora.
- Disminución en el costo de la factura eléctrica por los beneficios anteriores

Línea de acción 4: Cultura Energética

Tabla 4.189 Acción correctiva Cultura Energética: “Instalación de una Cultura Energética institucional”

Nombre de acción correctiva:	Instalación de una Cultura Energética institucional
Código de la acción:	CULT-01-MP
Problema a corregir:	Consumo extra en electricidad debido a prácticas y hábitos de la comunidad universitaria que favorecen al desperdicio de electricidad, debido a la forma de uso que presentan en instalaciones de equipo de oficina, iluminación, climatización, entre otros.

Descripción del problema:
<p>Se pueden plantear acciones de eficiencia energética bien estructuradas en innovación tecnológica (equipo electrónico de menor consumo), domótica (control automatizado de equipos electrónicos), entre muchas otras que pretendan disminuir el consumo de energía sin tomar en cuenta las prácticas humanas; y aun así, tener desperdicio de electricidad debido a las actividades de los seres humanos que favorecen el uso ineficiente de la energía. El problema, es que la comunidad universitaria ejecuta prácticas y tiene hábitos en el uso de equipo eléctrico-electrónico que incurrir en desperdicio de energía, se citan unos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none">* No apagar iluminación en salones de clase vacíos y áreas de trabajo.* Ajustar aires acondicionados con temperaturas diferentes de la temperatura de confort.* Comprar equipos electrónicos baratos y de alto consumo eléctrico.* Pintar ventanas y colocar cortinas que obstaculizan la luz natural y obligan a utilizar luz artificial. <p>En algunas prácticas es conocido por la mayoría que son causantes de desperdicio energético como: luminarias encendidas y sin uso en salones de clase vacíos; y en otras prácticas no es conocido por la comunidad universitaria que causan desperdicio de energía, como: comprar equipo electrónico barato y de alto consumo de electricidad; ya que se demuestra con un análisis de costos de todo el ciclo de vida (este suma el precio inicial + los costos de consumo eléctrico + los costos de mantenimiento durante toda la vida útil del producto) que comprando productos con eficiencia energética alta aunque el precio inicial sea mayor se termina pagando mucho menos en el largo plazo, comprando un producto barato e ineficiente.</p> <p>Profundizando en el problema se entiende, que si bien el desperdicio se materializa en los hábitos y prácticas que tiene la comunidad universitaria, esto tiene un origen de fondo en conocimiento y comportamiento de los estudiantes y trabajadores de la universidad. Por una parte se tienen prácticas que ocasionan desperdicio y la comunidad está consciente de ello, y por otra parte se tienen prácticas de desperdicio donde la comunidad no tiene conciencia de que está desperdiciando energía. Como se puede esperar los resultados del estudio de la cultura energética de la UES-FMOcc demostraron que donde hay conciencia que se está desperdiciando energía la práctica es menos habitual.</p> <p>En la parte 3.2.4 “Diagnóstico de la Cultura Energética” puede saberse con detalle cómo se encuentra la Facultad Multidisciplinaria de Occidente en cuanto a éste problema, en esta parte se concluyó que se encuentra en calidad desfavorable, donde se tiene poca conciencia sobre los beneficios que se obtienen ahorrando energía eléctrica. Las causas de lo desfavorable de la Cultura Energética son diversas, pero se hace énfasis a dos: la primera es falta de interés por ahorrar energía en la comunidad universitaria, ya sean intereses económicos o medio-ambientales y la segunda es la falta de conocimiento de las prácticas de ahorro o de los beneficios económicos y medio-ambientales que se obtienen.</p>

Continúa en la siguiente página

No se profundiza más en el problema, pero se concluye que es importante la implementación de una Cultura energética, además, según el estudio realizado en este trabajo se tiene una probabilidad de más del 90% de tener éxito, ya que más del 90% de los miembros de la comunidad en la UES-FMOcc tienen interés por ahorrar energía, sea este un interés económico o medio-ambiental. Se describen en seguida los efectos negativos del problema:

- Cultura Energética desfavorable.
- Deterioro del medio-ambiente.
- Mayor consumo de electricidad por la forma de uso en equipo eléctrico-electrónico.
- Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores.

Acción correctiva:

La implementación de Cultura Energética en la UES-FMOcc tiene el objetivo de cambiar la forma de actividad humana que favorece el desperdicio de electricidad, por otro tipo de actividad que utilice la electricidad de manera eficiente. Entonces se pretende un cambio en la cultura organizacional, algo muy difícil de lograr y que requiere el apoyo de toda la comunidad tanto en liderazgos formales como informales. La acción correctiva se enfoca a un cambio de hábitos, prácticas, costumbres, información, conocimiento y mucho más que favorece el desperdicio de energía, y una de las formas de lograr el cambio es generando conciencia en función de costos-beneficios obtenidos. Utilizando el sentido estricto de la palabra “CONCIENCIA” es lo que se hace, a través de la ciencia (investigación científica) se demuestra que los costos, que en su la mayoría no son económicos, sino costos de voluntad humana; son mucho menores que los beneficios o dicho de otra forma, el ahorro de energía trae beneficios de magnitud exponencial que no son solo beneficios económicos sino medio-ambientales.

Especificaciones de la acción:

La acción se pretende implementar en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, se aclara que no se pretende administrar el proyecto de cambio de Cultura Energética en este trabajo, ni condicionar ningún tipo de lineamientos. Esta es una acción que involucra a 272 empleados, 8044 estudiantes, todas las unidades de la UES-FMOcc, las autoridades que toman las decisiones, la legislación institucional, la cultura actual de la universidad, teorías de administración; y demás que lo convertirían en un trabajo bien estructurado. Además el ahorro de energía es un fin que se persigue a nivel nacional y mundial, por tanto deben evaluarse las ideas nacionales y globales en cuanto al tema. Entonces lo único que se pretende es resaltar los aportes que brinda este trabajo a quien pretenda desafiar tal dificultad, se detallan los pasos generales de la instalación de la Cultura Energética:

- 1. Planificación para la instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc.....*
- 2. Organización para la instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc.....*
- 3. Instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc.....*
- 4. Evaluación y control de la Cultura Energética en la UES-FMOcc.....*

Se describe en seguida el desarrollo de cada paso del proceso de redistribución de aires acondicionados:



1. Planificación para la instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc

La planificación requiere de un estudio completo de la situación que va desde el problema de desperdicio de energía por falta Cultura Energética, pasando por el diagnóstico del problema, generación de propuestas de acción hasta llegar a los beneficios que se obtienen con la materialización. Luego debe planificarse la implementación en un tiempo de ejecución que debe ser mayor que el corto plazo, porque se pretende un cambio estructural (Cultura) lo cual no se logra concebir en seis meses, paralelamente a ello debe planificarse la organización de los recursos y el control de resultados de la campaña, algo que escapa de los alcances de este trabajo. Sin embargo, este trabajo brinda insumos importantes para la planificación de la campaña sobre ahorro de energía, los cuales se describen en seguida:

- * Un primer diagnóstico de la Cultura Energética en la UES-FMOcc (capítulo 3).
- * Propuestas de acción para mejorar la Cultura Energética (capítulo 4)
- * Beneficios económicos y medio-ambientales obtenidos (capítulo 5)



2. Organización para la instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc

Luego de planificada la campaña, deben organizarse los recursos para que la ejecución tenga los impactos esperados. Lo esencial de organizar es el recurso económico y en especial el recurso humano, pues el financiamiento disminuirá si existe colaboración por parte de los miembros de la universidad.

Lo importante es saber que el propósito (Ahorrar energía y dinero) y el fin (Cuidar el medio-ambiente) que se persigue involucra a todos, en tanto, el propósito y el fin no se puede alcanzar con esfuerzos individuales y separados. Por último, se recalca que la organización del recurso humano (comunidad universitaria) debe comenzar por iniciativa de la dirección de la universidad, luego seguir a nivel de empleados (administrativos, docentes y áreas de apoyo) y por último a los estudiantes, aprovechando los vínculos existentes entre ellos, como jefe-empleado, alumno-maestro, entre otros; y las capacidades de cada uno como: toma de decisiones a nivel de legislación, de dirección, de cátedra y en especial de voluntad.



3. Instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc

La ejecución es hacer lo que se planificó u organizó, esto escapa del alcance del trabajo. No obstante, en la ejecución deben considerarse acciones de este trabajo que sirven de insumos para el ahorro de energía, como: Normas de uso de equipo eléctrico-electrónico, capacitaciones sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación, capacitaciones sobre uso de equipo de oficina, abordaje del deterioro del medio ambiente y cambio climático debido a desperdicios de energía, beneficios económicos y medio-ambientales obtenidos.

El ahorro de energía por Cultura Energética requiere un cambio estructural, en consecuencia es una tarea difícil de emprender y requiere también constancia en el tiempo; por tanto, los resultados serán posibles solo si se involucran a todos los sectores, y se planifican sobre la investigación holística del problema.

Hay una parte de la ejecución que es de gran importancia “La transmisión de la información o publicidad de proyecto”, y es que el desperdicio de energía es un problema que afecta a toda la comunidad universitaria, por tanto la solución que se comunicará, debe llegar a todos e incluirse a todos.



4. Evaluación y control de la Cultura Energética en la UES-FMOcc

Evaluación y control de impactos del cambio de cultura comprende estudiar si se están alcanzando los resultados planificados, como el manejo eficiente de la electricidad debido a prácticas y hábitos que mejoren la Cultura Energética. El control y evaluación debe realizarse con técnicas de investigación como entrevistas, encuestas, observación directa; y también con instrumentos técnicos para verificar el consumo de energía eléctrica como Multi-téster, tenaza amperimétrica, vatímetro, entre otros. El objetivo es verificar si existe ahorro de electricidad debido a la forma de utilización de la energía.

El estudio de la cultura energética puede formar parte de un estudio más general, y no se limita de ninguna forma el abordaje del problema y administración de la solución.

Materiales para la acción correctiva

	Material:	Afiches de ahorra energía		Material:	Hojas volantes de ahorra energía
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida: No especificado			Medida: No especificado
		Precio unitario:			Precio unitario:
		Proveedor: No especificado			Proveedor: No especificado
	Material:	Refrigerio		Material:	Revistas de eficiencia energética
		Especificaciones			Especificaciones
		Medida: No especificado			Medida: No especificado
		Precio unitario:			Precio unitario:
		Proveedor: No especificado			Proveedor: No especificado

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Presentación en Power Point		
Extensión eléctrica		UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Computadora personal		UES-FMOcc
Cañón		UES-FMOcc
UPS		UES-FMOcc

Costos unitarios de implementación

En este caso será parcializado según las etapas que constituyan el proyecto de implementación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc. Se propone un monto total de \$ 7 000.00 para la administración de todo el proyecto, fondo que saldrá de los ahorros percibidos por la implementación de otras acciones de ahorro de energía. Dentro del costo de implementación de esta acción se toma en cuenta el costo de implementación de las normas de uso.

Beneficios de la acción

- Cultura Energética favorable.
- Cuido del medio-ambiente.
- Menor consumo de electricidad por uso correcto en equipo eléctrico-electrónico.
- Disminución en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores.

Tabla 4.190 Acción correctiva Cultura Energética: “Implementación de normas sobre ahorro de energía”

Nombre de acción correctiva:	Implementación de normas sobre ahorro de energía
Código de la acción:	CULT-02-MP
Problema a corregir:	Consumo extra en electricidad provocado por el uso incorrecto del equipo electrónico instalado por los miembros de la comunidad universitaria, como equipo de oficina, climatización, iluminación, entre otros.
Descripción del problema:	
<p>Se incurre en consumo extra de electricidad aun cuando todos los equipos electrónicos instalados como computadoras, lámpara, focos, aires acondicionados estén funcionando correctamente. Esto es consecuencia directa de hábitos y prácticas de uso incorrectos que tiene la comunidad universitaria, entre esta prácticas citaremos algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> * No apagar la iluminación artificial cuando no se utiliza en salones de clase o áreas de trabajo. * Dejar computadoras encendidas en intervalos de descanso como horas de almuerzo. * Mantener puertas y ventanas abiertas donde existe aire acondicionado instalado. <p>hay muchos hábitos y prácticas más en el comportamiento actual de los miembros de la universidad que contribuyen a desperdiciar electricidad, que con generación de conciencia y accionamiento de la voluntad pueden cambiarse y orientarse a generación de cultura energética (Uso eficiente de la energía y conservación del medio ambiente). Los efectos de estos hábitos y prácticas son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la Cultura Energética. • Mayor consumo de electricidad por el equipo electrónico en funcionamiento y sin uso. • Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores. 	
Acción correctiva:	
<p>Esta acción consiste en la formulación y adopción de un conjunto de lineamientos para los miembros de la comunidad universitaria, orientados al uso eficiente del equipo electrónico instalado y portátil. El propósito es cambiar las prácticas y hábitos actuales que estos miembros tienen y que generan desperdicio de energía eléctrica, por otros hábitos y prácticas de ahorro energético.</p> <p>Las normas están estructuradas en tres áreas de equipo instalado: equipo ofimático, equipo de iluminación, equipo de climatización. Dichas normas deberán contar con el apoyo de las autoridades de la universidad, para dar material al cumplimiento de éstas.</p>	
Especificaciones de la acción:	
<p>Las normas que se proponen son producto de la investigación, diagnóstico y propuestas de solución recomendadas en el presente trabajo, sin embargo, deben estudiarse y debatirse para ser implementadas. El proceso de implementación es el siguiente:</p>	
Continúa en la siguiente página	

1. *Evaluación del uso actual del equipo electrónico instalado y portátil.....*
2. *Portafolio de normas de uso del equipo electrónico.....*
3. *Carácter formal de implantación de normas.....*
4. *Divulgación a la comunidad universitaria.....*



1. Evaluación del uso actual del equipo electrónico instalado

Esta parte ya está desarrollada y es uno de los principales aportes de este trabajo. El trabajo cuenta con un diagnóstico de los problemas actuales en equipo de oficina, iluminación y climatización, talleres; los cuales se combinan con el diagnóstico de la Cultura Energética universitaria y los procesos de eficiencia energética en la Facultad para el uso de estos equipos. Estos diagnósticos se presentan en el capítulo 3 “Diagnostico del consumo eléctrico actual en la UES-FMOcc”.



2. Portafolio de normas de uso del equipo electrónico

El portafolio de normas es uno de los productos de la investigación de este trabajo y que puede encontrarse en el anexo 3, dicho portafolio cuenta con medidas de uso en el equipo de oficina, de iluminación y de climatización. Estas medidas deben de ser estudiadas por las autoridades de la universidad para verificar la factibilidad de implementación y divulgación.



3. Carácter formal de la implementación de normas.

Para que el portafolio de normas tenga un carácter formal que le dé peso para el cumplimiento, debe estar legalmente establecido por las autoridades de la universidad, sea el decanato o autoridades superiores. Estas normas deben formar parte de una política de eficiencia energética que tenga impactos significativos en la cultura organizacional.

Cuando se discutan las normas por parte de la autoridades debe hacerse diferencia entre empleado y estudiante de la universidad, ya que, puede haber lineamientos que para los estudiantes sean normas pero para los trabajadores se convierte en una de sus responsabilidades que debe incluirse en su manual de puestos, como ejemplo: “Apagar la iluminación de lámparas al terminar las clases”, esta debe ser una norma que debe ejecutarse, sin embargo el responsable de la clase es el docente (trabajador de la facultad) entonces tiene la responsabilidad de cumplirla. Dirán ahora, pero si el docente se va del salón y quedan alumnos utilizando la iluminación, pues la responsabilidad sigue siendo del docente; sin embargo, si se marcha del lugar, antes debe por lo menos pedir a los alumnos que se quedan que apaguen la iluminación al retirarse, difícil, no.





4. Divulgación de normas a la comunidad universitaria

La divulgación debe hacerse por escalas entre los trabajadores y los estudiantes. Primero con capacitaciones a los trabajadores sobre las políticas de eficiencia energética y cuidado al medio ambiente, forma correcta de utilizar los aparatos electrónicos, las normas de la presente acción que se describen en el anexo 3, y lo más importante “la transmisión de información a los estudiantes”. La transmisión de la información a los estudiantes es la segunda escala de la divulgación, para transmitir información se utiliza el canal docente-alumno, ya que en promedio hay 70 estudiantes dentro de un salón prestando atención al docente.

Es importante mencionar que las normas tienen el propósito de ahorrar electricidad, pero el uso eficiente de la energía persigue otro fin “*El cuidado al medio ambiente*”, en consecuencia la transmisión de las normas es solo una parte de la divulgación de la información, esta debe ir acompañada de la generación de conciencia de respeto y cuidado al medio-ambiente. Para nadie es un secreto que el cambio climático está golpeando a los sectores más vulnerables y como institución de enseñanza-aprendizaje superior se está obligado a prevenirlo y mitigarlo

Materiales para la acción correctiva:

Material: Afiches de ahorra energía 		Material: Hojas volantes de ahorra energía 	
Especificaciones		Especificaciones	
Medida: No especificado		Medida: No especificado	
Precio unitario: \$ 0.50/persona		Precio unitario: \$ 0.25/persona	
Proveedor: No especificado		Proveedor: No especificado	
Material: Refrigerio 		Material: Revistas de eficiencia energética 	
Especificaciones		Especificaciones	
Medida: No especificado		Medida: No especificado	
Precio unitario: \$ 2.00/persona		Precio unitario: \$ 0.50/persona	
Proveedor: No especificado		Proveedor: No especificado	

Herramientas, equipo de trabajo y de seguridad a utilizar:

Tipo herramienta	Especificación	Propiedad
Presentación en Power Point		
Extensión eléctrica		UES-FMOcc
Tipo de equipo de trabajo	Especificación	Propiedad
Computadora personal		UES-FMOcc
Cañón		UES-FMOcc
UPS		UES-FMOcc

Costos unitarios de implementación:

En cuanto a los costos económicos de implementación, se consideran únicamente en la etapa de divulgación a los docentes como producto de afiches y refrigerio en una capacitación, ya que los primeros dos numerales de la acción evaluación de uso de equipo y portafolio de medidas ya están desarrollados, y el estudio formal es responsabilidad de las autoridades dentro de sus funciones. Así que solo se pondrá una estimación de \$3.00 por docente en la capacitación de divulgación, producto del refrigerio y la revista de eficiencia energética. Y de \$0.50 por alumno para la entrega de la revista a cada uno.

Costo unitario de implementación.....\$ 3.00/docente + \$ 0.50/alumno

El costo de implementación de las normas de uso va incluido en la acción CULT-01-MP “Instalación de una Cultura Energética en la UES-FMOcc”.

Beneficios de la acción:

- Fortalecimiento de la cultura energética.
- Menor consumo de electricidad por uso correcto de equipo electrónico.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores

4.5.3. Acciones correctivas a largo plazo

Línea de acción 1: Tarifa eléctrica

Tabla 4.191 Acción correctiva de Tarifa: “Instalación de Capacitores”

Nombre de acción correctiva:	Instalación de capacitores
Código de la acción:	TAR-01-LP
Problema a corregir:	Multas a causa el bajo factor de potencia ocasionado por el tipo, uso y número de equipos que generan energía reactiva poder funcionar adecuadamente.
Descripción del problema: <p>El factor de potencia es una variable que debe tomarse en cuenta si quiere obtenerse eficiencia energética. La UES-FMOcc es multada por violación al índice mínimo de factor de potencia de 0.9, dicha facultad cuenta con una demanda alta de equipos varios que por su sistema de funcionamiento afectan el factor de potencia, entre estos equipos se tienen los siguientes: computadoras, aires acondicionados, Iluminación fluorescente, motores, entre otros. Estos aparatos, para que funcionen adecuadamente necesitan de cargas inductivas como motores, balastos para el caso de todas las luminarias y transformadores que reducen a través de bobinas la energía eléctrica que alimenta los diferentes edificios de la universidad. Estas cargas son el origen del bajo factor de potencia, ya que son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica; estos equipos convierten la corriente alterna en corriente continua, y es esta conversión lo que provoca un desfaseamiento de la corriente con relación al voltaje, cuyo valor es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, este desfaseamiento puede tomar valores entre 0 y 1, siendo la unidad el valor máximo de factor de potencia y por tanto el mejor aprovechamiento de la electricidad. Los efectos negativos de un factor de potencia bajo son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Multas por violación el índice de factor de potencia mínimo• Aumento en la potencia distribuida a la institución• Aumento de la factura eléctrica por los efectos anteriores	
Acción correctiva: <p>La finalidad de corregir el factor de potencia es reducir o aun eliminar el costo de energía reactiva que es facturada en el recibo eléctrico. Para lograr esto, es necesario distribuir las unidades capacitivas, dependiendo de su utilización, en el lado del usuario del medidor de potencia. Existen varios métodos para corregir o mejorar el factor de potencia, entre los que se destacan la instalación de capacitores eléctricos o bien, la aplicación de motores sincrónicos que finalmente actúan como capacitores.</p> <ul style="list-style-type: none">• Compensación individual en motores• Compensación por grupos de cargas• Compensación centralizada <p>Los capacitores eléctricos o bancos de capacitores, pueden ser instalados en varios puntos de la red de distribución en una planta, donde se tenga una demanda muy alta de potencia instalada y consumo eléctrico, es importante mencionar que antes de instalar capacitores eléctricos, deben tomarse en cuenta los siguientes factores: tipos de cargas eléctricas, variación y distribución de las mismas, factor de carga, disposición y longitud de los circuitos, tensión de las líneas de distribución, entre otros.</p>	

Continúa en la siguiente página

Especificaciones de la acción:

Este tipo de acción desempeña un papel muy importante, ya que sería la culminación de todas las demás propuestas de mejora, debido a que se relaciona en su totalidad al uso adecuado y el buen funcionamiento de todo el equipo eléctrico de la UES-FMOcc. Después de haber implementado de forma eficiente todas las acciones correctivas propuestas en este trabajo, es importante realizar un estudio capcioso, detallado y bien ejecutado de todas las cargas eléctricas instaladas, con el fin de obtener o determinar el factor de potencia, antes de implementar esta acción correctiva es recomendable realizar previamente esta serie de pasos, debido a que las propuestas ejecutadas y los cambios de mejora obtenidos pueden tenerse dos escenarios respecto al índice de factor de potencia:

- Que factor de potencia se corrija y que este se encuentre en el rango promedio (0.9 a 1.0) cubriendo eficazmente esta problemática y no se tenga la necesidad de implementar esta acción mencionada.
- Que el factor de potencia se corrija pero no lo suficiente y se tenga en la necesidad de implementar esta acción correctiva.

De lo anterior, surge que la corrección del factor de potencia requiere en primer lugar de cálculos de ingeniería precisos y la experiencia de profesionales adecuados. Otro criterio a considerar sería que UES-FMOcc contratara una empresa encargada de brindar el servicio de venta de bancos de capacitores, sean estos mismos los encargados de instalarlos según un estudio del problema realizado por los mismos, para que el este se resuelva favorablemente.

Costo por instalación unitaria

	Marca:		Marca:
	Pecio:		Pecio:
	Proveedor:		Proveedor:
	Teléfono:		Teléfono:
	Dirección:		Dirección:

Beneficios de la acción

La compensación del factor de potencia trae os siguientes beneficios energéticos y económicos:

- Eliminación del cargo de multa por factor de potencia.
- Aumento de la eficiencia en la potencia eléctrica suministrada
- Disminución del costo de la factura eléctrica

Tabla 4.192 Acción correctiva Tarifa: “Control de consumo eléctrico”

Nombre de acción correctiva:	Control de consumo eléctrico
Código de la acción:	TAR-02-LP
Problema a corregir:	Ausencia de control de consumo y carga eléctrica en edificios de la Facultad. Causa de no poder individualizar el consumo eléctrico para cada edificio al realizar estudios de eficiencia energética.
Descripción del problema:	
<p>A la fecha, la Facultad Multidisciplinaria de Occidente no posee una base de datos sobre el consumo histórico de energía eléctrica, ni mucho menos una base histórica específica para cada edificio de la institución, lo que conlleva a la falta de control sobre información del comportamiento en el tiempo del consumo de electricidad. Esto provoca un gran vacío de información fiable, útil y valiosa para realizar estudios profundos en el tema energético, ya que lo que no se puede medir es difícil mejorar. Algunos inconvenientes por no tener la información histórica del consumo eléctrico son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de individualización del consumo eléctrico por edificio. • Menor profundidad en la investigación del consumo de energía. • Aumento en el tiempo de investigación al obtener la información de primera fuente. 	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva que se plantea está enfocada a resolver el hecho de no poseer un control del comportamiento del consumo de energía eléctrica en el tiempo, así como de otras variables que son importante al momento tener una visión del consumo de electricidad en el futuro. La acción consiste en medir el consumo eléctrico para cada edificio de la UES-FMOcc y desarrollar una base de datos sobre la historia de dicho consumo, para ello se instalan medidores de energía en cada edificio.</p>	
Especificaciones de la acción:	
Instalación de medidores	
<p>En una primera instancia esta acción correctiva comprende las gestiones pertinentes por parte de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente para hacer la petición a la empresa de distribución de energía eléctrica que presta el servicio a la institución de instalar una serie de medidores adicionales al principal, con el fin de poder medir el consumo interno de distintos espacios de la Facultad. En tal caso de la institución se tiene que tales medidores sean del tipo que personal experto crea conveniente pero que es indispensable que estos puedan medir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consumo en Resto. • Consumo en Punta. • Consumo en Valle. • Factor de potencia. 	
Continúa en la siguiente página	

La instalación de dichos medidores se propone de modo tal que puedan ser monitoreados distintos edificios, pero que sea como prioridad en la instalación de estos los siguientes:

- Edificio de Carreras Múltiples: Este edificio tiene antecedentes de problemas en el banco de transformadores por sobrecarga.
- Edificio de Medicina: El edificio de medicina contempla el segundo edificio más grande de la institución, una gran parte de su carga instalada es por luminarias y su banco de transformadores a la fecha del año 2015 alimenta los nuevos edificios de la institución (Post Grado y Niños Talento).
- Otro de los puntos de prioridad es el monitoreo del conjunto de edificios que son energizados desde el banco de transformadores 1.

En una segunda posición se encuentra el monitoreo de los edificios que son energizados por los transformadores 3, 4 y 5.

Recolección de datos.

El fin principal de la instalación de medidores es generar datos del comportamiento de consumo y factor de potencia de los espacios antes mencionados, y así tener una base de datos puntual por cada transformador.

La generación de datos por los medidores requiere la recolección de estos, entonces es necesario que el personal de mantenimiento añada a los dossiers de edificio un espacio en el que se tenga el comportamiento mensual del consumo y factor de potencia eléctrica. La recolección de los datos debe ser de forma mensual mediante un mecanismo planificado por el responsable administrar los dossiers de mantenimiento.

Guardado de datos.

La generación de datos implica el guardado mensual de cada uno de ellos de forma ordenada y coherente, para lograrlo el encargado de administrar los dossiers de los edificios de la Facultad debe hacer un apartado para archivar dichos datos y así dar inicio a una base de datos histórica. El guardado de los datos provenientes de los medidores debe ser en forma digital con su respectivo respaldo y tomar los siguientes controles de guardado:


- Los datos deben estar guardados junto a los dossiers de los edificios.
- El formato de guardado de datos debe ser de forma digital mediante un programa automático.
- El guardado debe ser mensual después de la toma de los datos.
- Debe realizarse respaldos de estos archivos de forma digital cada cierto tiempo. Anualmente debe respaldarse todo en una unidad de guardado no modificable como un CD.

Control.

La acción correctiva busca mitigar una de las debilidades que se presentó en el transcurso de la investigación del consumo, esta fue la falta de datos e información histórica del comportamiento de los edificios en el tema energético. Con la posesión de información específica en el tema energético, puede tenerse como beneficio toma de decisiones individualizada para cada edificio ante eventos ligados al comportamiento energético. Con la generación de datos puede identificarse oportunidades de mejora, y a raíz de esto proponer controles más reducidos como los siguientes:

- Mecanismos para el control de instalación de nuevas cargas: Con la información proveniente de los medidores alternos al principal, se tendría control de los picos de demanda de energía eléctrica consumida, con lo que se tendría información de posibles eventos como sobrecargas. El fin de este mecanismo de control, sería generar una regulación ante el posible aumento de carga instalada para un edificio y la toma de decisiones para poder realizar dicho aumento con respecto a la potencia instalada en los transformadores.
- Control de comportamiento de Factor de potencia: Uno de los datos que debe ser controlado es el comportamiento del Factor de potencia, esto representa información valiosa porque su fluctuación podría conllevar a multas por parte de la empresa distribuidora, ante tal razón deben crearse medidas para mantener sobre el valor mínimo de 0.9 dicho factor, teniendo en cuenta que la información recolectada manifestaría cual edificio contribuye en mayor medida al problema.
- Consumos: Otro de los controles que debe generarse, es el consumo de electricidad en los horarios punta, resto y valle para cada edificio. De esta manera se tendrá información que marca una línea base de cómo sería el promedio mensual del consumo eléctrico en los edificios.

Materiales para la acción correctiva

	Material:	Medidor Eléctrico Trifásico
		Especificaciones
	Medida:	12-S
	Precio unitario:	\$ 340.60
	Proveedor:	AES CLESA

Costos unitarios de implementación:

Par la implementación de esta acción correctiva que comprende en el control del consumo eléctrico se tiene el costo unitario siguiente:

Costo	
<i>Medidor Electrónico</i>	\$340.60
Costo unitario por acción	\$340.60

Beneficios de la acción

Ante la implementación de esta acción correctiva se perciben siguientes beneficios:

- Llevar un control del consumo mensual de electricidad para cada edificio.
- Tener un control del Factor de Potencia para cada edificio.
- Llevar un control de la demanda de electricidad por cada edificio.

Línea de acción 2: Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales

Acciones correctivas en instalaciones de ofimática

Tabla 4.193. Acción correctiva Equipo: “Sustitución de CPU por centros de trabajo virtuales”

Nombre de acción correctiva:	Sustitución de CPU por centros de trabajo virtuales
Código de la acción:	EQ-01-LP
Problema a corregir:	Alta cantidad de carga instalada por equipo de cómputo y mayor consumo de electricidad al tener demasiadas computadoras instaladas.
Descripción del problema: <p>La Facultad presenta varios centros de cómputo que se utilizan para realizar prácticas por alumnos según la carrera a que pertenezcan, lo que genera consumo de energía eléctrica cada vez que se realizan dichas prácticas. El problema se da cuando en la computadora que es utilizada no se aprovecha todo su potencial, ya que la tecnología actual de computadoras presenta gran capacidad y rendimiento que muchas veces es ocioso. Lo ideal sería comprar un equipo cuyo rendimiento sea parecido a las exigencias del usuario, pero muchas veces al comprar una computadora nueva no se hace esta evaluación y se opta por el equipo de cómputo de mayor rendimiento del mercado, que además de ser más caro tienen mayor gasto energético. Existen centros de cómputos de algunos departamentos como ingeniería que si necesitan un rendimiento grande en las computadoras, pero existen otros donde se tienen computadoras con alto rendimiento y nunca se logra sacar el mayor provecho. Los efectos negativos del problema se describen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Mayor carga eléctrica instalada por capacidad ociosa en computadoras• Mayor consumo de electricidad por equipo de cómputo• Aumento en los costos de la factura eléctrica por ofimática	
Acción correctiva: <p>Cambio en tecnología en sustitución de CPU por dispositivos multiusuario virtuales nComputing. Esto permite disminuir la carga eléctrica instalada al virtualizar los centros de cómputo y disminuir el consumo eléctrico, ya que los dispositivos nComputing consumen solamente el 5% de la energía de un CPU normal.</p>	
Especificaciones de la acción: <p>Esta acción correctiva está enfocada a la reducción en el consumo de energía eléctrica por equipo de computadoras, mediante la sustitución del equipo convencional por dispositivos de menor consumo que permiten virtualizar los centros de trabajo.</p> <p>La reducción del consumo por esta acción se obtiene al realizar la sustitución del CPU convencional por dispositivos que permitan generar dos o más estaciones de trabajo virtuales con el uso de memoria y procesamiento de datos de un CPU convencional con capacidad ociosa. La propuesta es cambiar CPU convencionales por dispositivos nComputing del cual se amplía la información en la página web http://www.ncomputing.com. En referencia a la acción correctiva se debe realizar las siguientes:</p>	
Continúa en la siguiente página	

Evaluación.

En una primera instancia debe realizarse una evaluación de los espacios donde hay equipos de cómputo y es viable la virtualización de éstos, pues deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Uso de los equipos
- Cantidad de máquinas
- Información a manejar por las maquinas

Compra de Kit nComputing.

Para la adquisición de los dispositivos nComputing la Universidad debe realizar las gestiones pertinentes para la compra de estos. Debe tenerse en cuenta en plan de compras anual con una debida licitación, la cantidad de estas unidades dependerá de la priorización.

Instalación y configuración de Kit nComputing.

Dispositivo nComputing: El dispositivo permite la posibilidad de poseer cliente de escritorio virtual, que gracias a su factor de forma y bajo consumo puede montarse fácilmente sobre un monitor o un escritorio, tiene un costo menor que cualquier otra opción de thin client o zero client y representa una cuarta parte del coste de los PC de escritorio típicos. Con la capacidad de conectar hasta 100 sesiones de usuario a un único vSpace Server de NComputing, la combinación proporciona una solución de virtualización de escritorios simple y potente por un tercio del precio de las alternativas tradicionales. El dispositivo nComputing cuenta con una serie de puertos para la conexión de los distintos aditamentos así como se muestra en la figura.



Los puertos que contiene el dispositivo están en la siguiente lista:

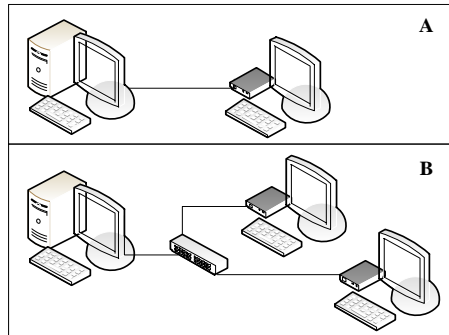
1. Dos puestos USB 2,0 remoto
2. Entrada de Micrófono 3.5 mm
3. Salida Auricular 3.5 mm
4. Entrada Teclado 3.5 mm
5. Entrada Mouse
6. Puerto 10/100BASE-T Ethernet
7. Puerto Monitor VGA
8. Entrada 12 V CC
9. Botón de encendido

Continúa en la siguiente página

Conexión: La conexión del dispositivo nComputing se hace mediante el uso de cable de red UTP con terminales RJ-45 el cual puede conectarse dos a más centros de trabajo. Con la variante del número de máquinas conectadas se presenta:

- A. Una unidad CPU servidor y un centro de trabajo derivado con terminal tonta: Para la conexión de esta variante únicamente va desde la salida de Ethernet a la entrada del dispositivo nComputing.
- B. Una unidad CPU servidor y varios centros de trabajo derivados con terminal tonta: Para el caso de que se sirven varios centros de trabajo a un solo CPU, debe utilizarse un dispositivo de multipuertos y de este la derivación a los distintos centros cComputing.

La forma de la conexión se presenta en la figura:



Configuración: La configuración de este se limita únicamente a la creación de distintas cuentas de usuario y la instalación del software que es parte del Kit.

Con esto se pretende tener una disminución de la carga instalada por equipo de cómputo, ya que el consumo de estos dispositivos es de 5 watts que en comparación a una CPU convencional es mucho menor, esto también implicaría una disminución en el consumo de energía eléctrica.

Materiales para la acción correctiva			
	Material:	NComputing	
		Especificaciones	
		Medida:	No especificado
		Precio unitario:	\$ 185.00 + iva
	Proveedor:	NComputing	
	Material:	Conector RJ45	
		Especificaciones	
		Medida:	RJ45 de 8 pines
		Precio unitario:	\$ 0.25
	Proveedor:	Electrónica 2000	
	Material:	Hub de 4 puertos	
		Especificaciones	
		Medida:	
		Precio unitario:	\$ 10.85
	Proveedor:	Digital Solutions	
	Material:	Monitor AOC LED	
		Especificaciones	
		Medida:	15.6"
		Precio unitario:	\$ 80.00
	Proveedor:	Tecno Service	
	Material:	Cable RJ45	
		Especificaciones	
		Medida:	1 metro RJ45
		Precio unitario:	\$ 0.60
	Proveedor:	Electrónica 2000	

Criterios de seguridad:

Para realizar la acción correctiva deben tomarse en cuenta los siguientes criterios de seguridad para garantizar la integridad física de los participantes en los trabajos:

- Verificar que no haya paso de electricidad en el equipo al momento de ser instalado.

Costos unitarios de implementación:

Par la realización de esta acción correctiva que comprende en la sustitución de CPU por centros de trabajo virtuales se tiene el costo unitario por acción:

Caso 1: Paquete Kit NComputing

2 Kit nComputing.....	\$418.10
1 Hub de 4 puertos.....	\$10.85
10 metros de Cable RJ45.....	\$6.00
16 Conectores RJ45.....	\$4.00
Costo unitario por acción.....	\$438.95

Caso 2: Paquete Kit NComputing + dos Monitores LED

2 Monitores LED 15.6”.....	\$160.00
2 Kit nComputing.....	\$418.10
1 Hub de 4 puertos.....	\$10.85
10 metros de Cable RJ45.....	\$6.00
16 Conectores RJ45.....	\$4.00
Costo unitario por acción.....	\$598.95

Beneficios de la acción:

Ante la realización de esta acción correctiva se presentan los beneficios que puede ser percibidos:

- Ahorro en el consumo de electricidad por cambio de equipo.
- Disminución en el consumo fantasma por equipo.
- Disminución en la carga instalada por equipo y a la vez el pago de la tarifa mensual.

Acciones correctivas en instalaciones de Climatización

Tabla 4.194. Acción correctiva climatización: “Sustitución de sistema de aires acondicionados”

Nombre de acción correctiva:	Sustitución de sistema de aires acondicionados
Código de la acción:	CLIM-01-LP
Problema a corregir:	Obsolescencia de las unidades de aire acondicionado producto del fin de su vida útil, y consumo excesivo de electricidad influido por unidades individuales de bajo rendimiento.

Descripción del problema:

El sistema de climatización de la UES-FMOcc consta de demasiadas unidades de aire acondicionado con baja capacidad de refrigeración (capacidad máxima de 5 Toneladas de Refrigeración (TR)). Esto causa el inconveniente que deban emplazarse muchas unidades para satisfacer la demanda térmica de un edificio, como el caso del edificio de Carreras Múltiples donde hay 20 aires acondicionados instalados para una capacidad total de 75 TR, donde pudo emplazarse tres unidades de 25 TR c/u. El problema es el consumo de energía eléctrica excesivo en 20 aires acondicionados comparado con el consumo de tres o cuatro unidades que sumen la misma capacidad de 75 TR; entonces, al sustituir el sistema de climatización debe evaluarse la alternativa de instalar una sola unidad que suministre la demanda térmica completa del edificio y que proporcione menor consumo de energía.

Además aumentan los costos de mantenimiento, ya que se interviene correctiva y preventivamente a las 20 unidades realizando sustitución de piezas y partes, como: condensadores, compresores, también recargar el fluido refrigerante, revisar sistema eléctrico, entre otras intervenciones a varias de las unidades al mismo tiempo; en cambio si se tiene una sola unidad exterior de aire acondicionado, el mantenimiento preventivo y correctivo será exclusivo para ésta ahorrando incluso recurso humano.

El tener una sola unidad exterior no quiere decir que si se encuentra en funcionamiento, todas las oficinas estarán climatizadas aunque estén vacías, ya que este tipo de aires acondicionados de gran capacidad, permiten instalar varias unidades interiores que se controlan de forma individual, permitiendo tener oficinas con el aire acondicionado apagado, o incluso oficinas a diferentes temperaturas.

Los equipos propuestos para la sustitución tienen un coeficiente de Eficiencia Energética para Refrigeración $EER = 4.4$, sustituyendo los aires acondicionado antiguos con un $EER = 2.5$, obteniendo un ahorro cercano al 50%. Además, los aires acondicionados propuestos se ajustan a la demanda de refrigeración del edificio variando la frecuencia eléctrica, contrario a los aires antiguos que tienen la frecuencia fija y consumen la misma potencia eléctrica sin importar si la demanda térmica es mayor o menor; este ajuste de la oferta y la demanda permite incrementar el ahorro hasta un 70%.

Los inconvenientes que causa tener muchas unidades instaladas y que pueden solucionarse al instalar una sola unidad que brinde la misma prestación de refrigeración son:

- Mayor esfuerzo en gestión del mantenimiento del sistema de climatización (unidades exteriores).
- Aumento en los costos de mantenimiento por demasiadas unidades de aires acondicionado.
- Mayor consumo de electricidad por las unidades climatizadoras individuales.
- Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores.

Continúa en la siguiente página

Acción correctiva:

Consiste en sustituir los aires acondicionados de baja capacidad de refrigeración instalados en los edificios, por una unidad climatizadora individual que cubra la misma demanda térmica que los equipos sustituidos. La acción está pensada primeramente para disminuir el consumo de electricidad que provoca el tener demasiadas unidades de aire acondicionado instaladas; la nueva unidad climatizadora, además de proporcionar la misma capacidad de refrigeración tiene un consumo eléctrico menor, como consecuencia principal de que solo se tendrá un compresor demandando potencia eléctrica a diferencia de tener 20 compresores de baja capacidad. Además se mejorará la gestión del mantenimiento de este sistema.

Especificaciones de la acción:

Para la elección e instalación la unidades de aire acondicionado que sustituirá el sistema antiguo se recomienda discutir y analizar los siguiente puntos:

1. *Realizar evaluación de la demanda térmica del edificio.....*
2. *Evaluar qué tipo de sistema de climatización es el más adecuado.....*
3. *Instalar el sistema de climatización elegido.....*
3. *Control de la implementación del sistema de climatización.....*



1. Realizar evaluación de la demanda térmica del edificio

Las condiciones son cambiantes y es por esta razón debe recalcularse la demanda térmica de los edificios a climatizar. La nueva demanda puede ser diferente debido a condiciones naturales del cambio climático que se han gestado en dos o tres décadas, desde la instalación del sistema de aires acondicionados actual de la UES-FMOcc, esto por exigencias de temperaturas más cálidas como producto del efecto invernadero que haría que la carga por transmisión térmica aumente; también la demanda térmica puede ser diferente por causas antrópicas, como la implementación de las medidas propuestas de aislamiento térmico, aumento o disminución de equipo electrónico, entre otras. La nueva demanda térmica puede resultar mayor como también menor que la capacidad del equipo sustituido.



2. Evaluar qué tipo de sistema de climatización es el más adecuado

Existen diversos tipos de sistemas climatizadores, como lo son la gama de bombas de calor (agua-agua, tierra-agua, aire-agua, y demás) cuya evaluación no debe omitirse, ya que presentan ahorro en electricidad entre el 40 y 60 % respecto a los aires acondicionados. También los aires acondicionados han innovado tecnológicamente para aumentar su rendimiento, la evaluación que presenta este trabajo va por la línea de sustituir los muchos aires acondicionados instalados de baja capacidad refrigeradora, por unidades de mayor capacidad y mayor eficiencia. Los sistemas propuestos se describen en la siguiente parte “Costo por instalación unitaria”, sin embargo, es solo una propuesta.



3. Instalar el sistema de climatización elegido

La sustitución de aires acondicionados es un proyecto propuesto para el largo plazo y sobre el cual debe realizarse un estudio de factibilidad completo, pero por motivos de costearlo se ha evaluado y calculado la demanda térmica para cada oficina y laboratorio climatizado, y así proponer que tipo de equipo climatizador instalar. La tabla siguiente muestra que equipo instalar en cada oficina, laboratorio y edificio de la facultad en la última columna.

Continúa en la siguiente página

Continuación de acción correctiva: Sustitución de Sistema de aires acondicionados

Laboratorio u oficina	Demanda térmica en el medio plazo + 10% (TR)	Capacidad de refrigeración recomendada (TR)	Unidad de refrigeración exterior/interior recomendada
Administración académica	5.934	6.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR y otra PLFY-P125VBM -E de 4 TR
Administración Financiera y RRHH	1.794	2.0	Dos unidades interiores PLFY-P32VBM-E de 1 TR c/u
Química laboratorio de investigación	1.173	2.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR
Departamento de Economía	4.878	5.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR y otra PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Edificio de Oficinas Administrativas y edificio de Química y Economía		15	Dos unidades exteriores PUHY-EP300YJM-A de 9.5 TR c/u
Centro de computo (Primer nivel)	4.728	5.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR y otra PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Oficinas de biblioteca	2.699	3.0	Una unidad interior PLFY-P32VBM-E de 1 TR y otra PLFY-P63VBM-E de 2 TR
Unidad de servidores	-	3.0	Una unidad interior PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Depto. Ingeniería (Jefatura)	2.055	2.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR
Sala de conferencias (segundo nivel)	2.757	3.0	Una unidad interior PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Unidad de hardware Ingeniería	10.677	11.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR y tres PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Laboratorio I de Idiomas	7.810	8.0	Dos unidades interiores PLFY-P125VBM-E de 4 TR c/u
Laboratorio II de Idiomas	2.769	3.0	Una unidad interior PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Depto. Idiomas (Jefatura)	1.508	2.0	Una unidad interior PLFY-P63VBM-E de 2 TR
Sala de teleconferencias (tercer nivel)	5.175	6.0	Dos unidades interior PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Decanato	6.784	7.0	Dos unidades interiores PLFY-P63VBM-E de 2 TR y otra PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Depto. de matemática	9.173	10.0	Dos unidades interiores PLFY-P63VBM-E de 2 TR y otros dos PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Edificio de Carreras Múltiples		63.0	Dos unidades exteriores PUHY-EP900YJM-A de 28.72 TR c/u y una PUHY-EP300YJM-A de 9.5 TR
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	2.573	3.0	Una unidad interior PLFY-P32VBM-E de 1 TR y otra PLFY-P63VBM-E de 2 TR
Unidad de proyección social	6.525	7.0	Una unidad interior PLFY-P32VBM-E de 1 TR y dos PLFY-P100VBM-E de 3 TR
Edificio de Medicina		10.0	Una unidad exterior PUHY-EP300YJM-A de 9.5 TR

Fuente: información sustraída de las tablas 4.122 a 4.125.



4. Control de la implementación del sistema de climatización

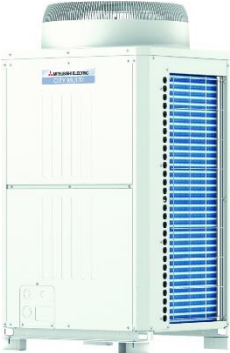
Referido a la verificación y control de funcionamiento de la instalación del sistema de climatización, verificando que las unidades de aire acondicionado instaladas funcionen según las especificaciones del fabricante, también si se están obteniendo los rendimientos sobre la inversión planificada.


Continúa en la siguiente página


Costo por instalación unitaria

La sustitución será de dos o tres unidades de climatización que sustituyan de 20 a 25 unidades antiguas, con la ventaja de que las unidades nuevas pueden abastecer el sistema de refrigeración de todas las oficinas y laboratorios del edificio. Esto quiere decir que cada oficina se controla individualmente de la demás, aunque todas estén conectadas con la misma unidad exterior (Sistema Multi-Split):

UNIDADES EXTERIORES RECOMENDADAS

	Modelo: PUHY-EP300YJM-A		Capacidad nominal	Refrigeración	kw	33.5
				Calefacción	kw	37.5
			Consumo nominal	Refrigeración	kw	8.03
				Calefacción	kw	8.37
			Coeficiente energético	EER		4.17
				COP		4.48
			alimentación		fases, V/Hz	3 fases,380-400-415/60
			Intensidad máxima		A	14.1-13.4-12.9
			Diam. Tuberías líquido/gas		mm	9.52/22.2
			Long. Máx tubería vert/total		m	50/1000
			Nivel sonoro		dB(A)	61
			Ventilador Caudal de aire		m³/min	370
			Dimensiones (Ancho*Alto*Fondo)		mm	1750*1710*760
			Precio	\$ 17 715.00		

	Modelo: PUHY-EP600YSJM-A		Capacidad nominal	Refrigeración	kw	69.0
				Calefacción	kw	76.5
			Consumo nominal	Refrigeración	kw	16.82
				Calefacción	kw	17.30
			Coeficiente energético	EER		4.10
				COP		4.42
			alimentación		fases, V/Hz	3 fases,380-400-415/60
			Intensidad máxima		A	29.2-27.7-26.7
			Diam. Tuberías líquido/gas		mm	15.88/28.58
			Long. Máx tubería vert/total		m	50/1000
			Nivel sonoro		dB(A)	64
			Módulos PUHY-EP#YJM-A			300 + 300
			Kit de conexión incluido en el set			CMY-Y100VBK2
			Precio	\$ 35 617.00		

	Modelo: PUHY-EP900YSJM-A		Capacidad nominal	Refrigeración	kw	101.0
				Calefacción	kw	113.0
			Consumo nominal	Refrigeración	kw	24.81
				Calefacción	kw	25.50
			Coeficiente energético	EER		4.07
				COP		4.43
			alimentación		fases, V/Hz	3 fases,380-400-415/60
			Intensidad máxima		A	43.0-40.8-39.4
			Diam. Tuberías líquido/gas		mm	19.05/41.28
			Long. Máx tubería vert/total		m	50/1000
			Nivel sonoro		dB(A)	66
			Módulos PUHY-EP#YJM-A			300 + 300 + 300
			Kit de conexión incluido en el set			CMY-Y300VBK2
			Precio	\$ 53 564.00		

Continúa en la siguiente página

UNIDADES INTERIORES RECOMENDADAS



MODELO			PLFY-P32VBM-E	PLFY-P63VBM-E	PLFY-P100VBM-E	PLFY-P125VBM-E
Capacidad nominal	Refrigeración	kw	3.6	7.1	11.2	14.0
	Calefacción	kw	4.0	8.0	12.5	16.0
Consumo nominal	Refrigeración	kw	0.03	0.04	0.15	0.16
	Calefacción	kw	0.02	0.04	0.14	0.15
alimentación		fases, V/Hz	1 fase, 220/60			
Intensidad (refr/calef)		A	0.22/0.14	0.36/0.29	1/0.94	1.07/1
Diam. Tuberías líquido/gas		mm	6.35/12.7	9.52/15.88	9.52/15.88	9.52/15.88
Nivel sonoro		dB(A)	27 / 28 / 29 / 31	28 / 29 / 30 / 32	34 / 37 / 39 / 41	35 / 38 / 41 / 43
Ventilador	Caudal aire (B/M ₁ /M ₂ /A)	m ³ /min	11 / 12 / 13 / 14	14 / 15 / 16 / 18	21 / 24 / 27 / 29	22 / 25 / 28 / 30
	Presión estática	Pa				
	Potencia	kw	0.05	0.05	0.12	0.12
Dimensiones (Ancho*Alto*Fondo)		mm	258 * 840 * 840	258 * 840 * 840	298 * 840 * 840	298 * 840 * 840
Dimensiones panel estándar		mm	35 * 950 * 950	35 * 950 * 950	35 * 950 * 950	35 * 950 * 950
Peso			22/6	23/6	27/6	27/6
Precio	Con panel estándar PLFY-##-VBM-E		\$ 1 749.00	\$ 1 809.00	\$ 2 429.05	\$ 2 794.00
	Con panel EasyClean PLFY-##-VBM-E-EC		\$ 2 054.80	\$ 2 091.00	\$ 2 711.00	\$ 3 076.00



MODELO			PLFY-P40VLMD-E	PLFY-P63VLMD-E	PLFY-P100VLMD-E	PLFY-P125VLMD-E
Capacidad nominal	Refrigeración	kw	3.6	7.1	11.2	14.0
	Calefacción	kw	4.0	8.0	12.5	16.0
Consumo nominal	Refrigeración	kw	0.072	0.101	0.157	0.280
	Calefacción	kw	0.065	0.094	0.150	0.270
alimentación		fases, V/Hz	1 fase, 220 – 230/60			
Intensidad (refr/calef)		A	0.36/0.3	0.49/0.43	0.75/0.69	1.35/1.33
Diam. Tuberías líquido/gas		mm	6.35/12.7	9.52/15.88	9.52/15.88	9.52/15.88
Nivel sonoro		dB(A)	27 / 30 / 33	32 / 37 / 39	36 / 39 / 32	40 / 42 / 44 / 46
Ventilador	Caudal aire (B/M ₁ /M ₂ /A)	m ³ /min	6.5 / 8 / 9.5	10 / 13 / 15.5	17.5 / 21 / 25	24 / 27 / 30 / 33
	Potencia	kw	0.015	0.020	0.030	0.078*2
Dimensiones (Ancho*Alto*Fondo)		mm	290*776*634	290 * 946 * 634	290 * 1446 * 634	290 * 1708 * 606
Dimensiones panel estándar		mm	20*1080*710	20 * 1250 * 710	20 * 1750 * 710	20 * 2010 * 710
Peso			24/6.5	28/7.5	47/12.5	56/13
Precio			\$ 1 975.60	\$ 2 183.00	\$ 3 105.00	\$ 3 409.00

El proveedor de los equipos descritos para El Salvador es EuroAire S. A. de C. V.

Beneficios de la acción

- Menor esfuerzo en la gestión del mantenimiento del sistema de aire acondicionado.
- Disminución de los costos de mantenimiento por tener un sistema de aires acondicionados centralizado.
- Menor consumo de energía eléctrica.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores.

Tabla 4.195 Acción correctiva climatización: “Instalación de sistema de renovación de aire”

Nombre de acción correctiva:	Instalación de sistema de renovación de aire
Código de la acción:	CLIM-02-LP
Problema a corregir:	Disminución en la calidad del aire que puede estar demasiado contaminado por concentraciones excesivas de dióxido de carbono, emanadas por la transpiración de las personas dentro de las oficinas.
Descripción del problema:	
<p>Las oficinas y laboratorios que cuentan con aire acondicionado instalado no tienen sistema de renovación de aire; lo produce el inconveniente de disminuir la calidad del aire, como causa principal de la concentración de dióxido de carbono que aumenta progresivamente debido a la transpiración de las personas dentro de las oficinas. Instalar un sistema de renovación de aire representa un aumento en la demanda térmica del sistema de climatización, con el correspondiente aumento del consumo en electricidad, sin embargo, es mucho menor que la carga por transmisión, por equipo, por personas y por radiación solar. Además, lo importante es garantizar la salubridad del aire que las personas respiran cuando se encuentran dentro de las oficinas.</p> <p>Los inconvenientes que causa el no contar con sistema de renovación de aire en las oficinas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la calidad del aire debido por las concentraciones de dióxido de carbono. • Aumento de la probabilidad de enfermedades producto de aire contaminado. <p>El no contar con sistema de renovación de aire tiene beneficios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la demanda térmica de las oficinas y laboratorios • Disminución de los costos de la factura eléctrica que se paga a la empresa distribuidora <p>Esta disminución es pequeña, además, no se puede disminuir el consumo de electricidad a costa de la salud y seguridad de las personas y por eso el sistema de renovación de aire es necesario.</p>	
Acción correctiva:	
<p>Consiste en instalar dos ventiladores en la oficina o laboratorio, un primer ventilador que extraiga el aire contaminado del interior del espacio climatizado y un segundo ventilador que introduzca aire salubre del exterior al interior de la oficina. Los sistemas industriales se instalan en el techo de los edificios, sin embargo, el edificio debe contar con un sistema de ductos de ventilación que conduzcan el aire renovado y contaminado, esto con el motivo de renovar el aire de todas las oficinas y laboratorios con un solo sistema. También puede instalarse un sistema individual en cada oficina o laboratorio simplemente con dos ventiladores pequeños.</p> <p>Hay lugares donde no es estrictamente necesario el sistema de renovación de aire, en especial aquellos donde se concentran menos de cinco personas; una solución práctica sería que estas personas tuvieran la responsabilidad de renovar el aire abriendo las ventanas cuando se da el descanso por motivo de almuerzo de 12:00 a 2:00 pm, cerrándolas al terminar el descanso, sería un hábito que mejoraría las condiciones de salubridad del aire. Ahora, los lugares donde es necesario instalar el sistema de renovación son los que tiene altas concentraciones de personas, como salas de exposiciones y conferencias, centros de cómputo, laboratorios y salones de clase. Entonces en estos se instalará el sistema.</p>	
Continúa en la siguiente página.	

Especificaciones de la acción:

La acción se pretende implementar en todos los edificios que tengan sistema de climatización y alta concentración de personas. Para la elección e instalación deben considerarse las siguientes recomendaciones:

1. *Calculo del caudal de aire y la frecuencia de renovación.....*
2. *Elección del sistema de renovación de aire según características del edificio.....*
3. *Instalación del sistema de renovación de aire.....*

Se describe cada paso de forma breve:



1. Cálculo de caudal de aire y la frecuencia de renovación

En esta parte intervienen normas de higiene y seguridad ocupacional, donde el caudal de aire y la frecuencia de renovación están determinadas según estándares de variables como: actividad desarrollada en el edificio, número de personas que se concentran, superficie o volumen del edificio, entre otras. Recordar que no se colocará un sistema de renovación para todo del edificio (sistema industrial), sino sistemas individuales de menor capacidad en oficinas y laboratorios, donde la calidad del aire disminuye rápidamente por las actividades que se realicen, por la alta concentración de personas o por ambas; en consecuencia el caudal de aire y la frecuencia de renovación se calcula para cada oficina y laboratorio con dichas condiciones.



2. Elección del sistema de renovación de aire según características del edificio

El sistema de renovación será individual para las oficinas y laboratorios. Consta de dos ventiladores mecánicos, uno que sirve para extraer el aire contaminado (extractor) y el segundo para introducir aire limpio (inyector). Entonces la elección de sistema es según las condiciones del laboratorio u oficina, instalando ventiladores que tengan la capacidad de proporcionar dicho caudal de aire. Los sistemas propuestos se describen en la siguiente parte: costo por instalación unitaria.



3. Instalación de sistema de renovación de aire

La instalación la realizará el personal de mantenimiento de la facultad en las oficinas seleccionadas, reduciendo los costos de la implementación de la acción.

Costo por instalación unitaria:

	Sistema de renovación de aire CW/CWB			Sistema de renovación de aire G/GB	
	Marca:	GREENHECK			GREENHECK
	Pecio:				
	Proveedor:	FRIOAIRE S. A de C. V			FRIOAIRE S. A de C. V
	Teléfono:	(503) 2520-2020			(503) 2520-2020
	Dirección:	Calle San Antonio		Calle San Antonio	
Abad, pje. Magdalena, Plantel #2, S.S.			Abad, pje. Magdalena, Plantel #2, S.S.		

Beneficios de la acción:

Ante la implementación de la acción se obtienen los siguientes beneficios:

- Aumento de la calidad del aire producto de la renovación
- Disminución de la probabilidad de enfermedades producto de mayor salubridad en el aire

4.6. Programa para el plan de ahorro del consumo eléctrico

El plan de ahorro de energía eléctrica para la UES-FMOcc consiste en una serie de acciones diseñadas para disminuir el consumo eléctrico con su implementación. Estas están divididas según el mejoramiento de su correspondiente línea de acción, como lo son: Tarifa eléctrica, Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales, Procesos Administrativos, y Cultura Energética. La planificación de implementación de las acciones se ha dividido en tres etapas: Implementación de acciones correctivas en el corto plazo (Los primeros 6 meses), Implementación de acciones correctivas en el mediano plazo (de 6 meses a 2 años) e implementación de acciones correctivas en el largo plazo (de 2 a 5 años). En la parte anterior se presentaron las acciones correctivas según esta división.

El programa del plan de ahorro del consumo eléctrico consiste en distribuir la implementación de las acciones correctivas en el intervalo de tiempo de la etapa correspondiente, es decir; planificar la programación de acciones correctivas del corto plazo en el intervalo de los primeros seis meses, planificar la programación de acciones correctivas del mediano plazo en el intervalo de 6 meses a dos años y planificar la programación de acciones correctivas de largo plazo en el intervalo de 2 a 5 años. La planificación se rige siguiendo criterios de lógica en implementación (acciones dependientes o co-dependientes) y criterios de costo (Acciones con costo elevado para el largo plazo).

En consecuencia, el programa del plan de ahorro del consumo eléctrico se presenta en tres partes según la cronología de implementación de acciones en el corto, mediano y largo plazo. Estas tres partes son:

- Programación de acciones correctivas en el Corto Plazo.
- Programación de acciones correctivas en el Mediano Plazo.
- Programación de acciones correctivas en el Largo Plazo.

Es importante mencionar que, aunque la implementación se programe para 5 años el plan se proyecta para 20 años, debido la evaluación de factibilidad financiera en la implementación del plan, entonces se tendrán ahorros y costos para dos décadas y no solo para 5 años. Sin nada más que agregar, se presenta la programación del plan.

4.6.1. Programación de acciones correctivas para el Corto Plazo

Para el Corto Plazo se planea implementar 19 acciones correctivas en la línea de acción 2: Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales. La programación de las acciones se distribuye en los primeros 6 meses, con una secuencia lógica de implementación; por ejemplo: primero se programa todo el aislamiento térmico en paredes (acción CLIMA-01-CP) para luego Pintar paredes con colores claros (acción ILU-10-CP); ya que, la implementación de la segunda depende de la implementación de la primera. Todas las acciones programadas en el Corto Plazo tendrán las letras **CP** (Corto Plazo) en su código. Se presenta en la siguiente tabla información detallada de las 19 acciones programadas para este intervalo de 6 meses, con el motivo de facilitar la comprensión de su programación.

Tabla 4.196 Descripción de acciones correctivas programadas para el Corto Plazo.

Nombre de acción correctiva	Código de acción correctiva	Cambio realizado por la acción	Costo por unidad de cambio
Sectorización de circuitos de luminarias	ILU-01-CP	Cambiar los circuitos de iluminación para que controlen las luminarias de sectores independientes en los edificios. Se tiene un costo por cada lámpara sectorizada (ls)	Grado 1: \$ 1.09/ls Grado 2: \$ 10.45/ls
Montaje de apagadores	ILU-02-CP	Instalar un apagador de circuito de iluminación para controlar sectores independientes en los edificios. Se tiene un costo por cada apagador instalado (ai)	Grado 1: \$ 6.48/ai
Distribución de luminarias	ILU-03-CP	Cambiar de ubicación las luminarias cuya luz no se aprovecha de manera completa. Se tiene un costo por cada luminaria distribuida (ld)	Grado 1: \$ 1.72/ld Grado 2: \$ 1.95/ld Grado 3: \$ 1.72/ld
Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED	ILU-04-CP	Cambiar la lámpara fluorescentes de los edificios por tubos LED de mayor eficiencia energética: Se tiene un costo por cada tubo remplazado (tr)	Grado 1: \$ 9.99/tr
Cambio de lámparas internas averiadas	ILU-05-CP	Sustituir las lámparas fluorescentes averiadas o donde faltan lámparas para completar la luminaria. Se tiene un costo por cada lámpara remplazada	Grado 1: \$ 0.98/lr
Cambio de iluminación externa por LED	ILU-06-CP	Cambiar la lámpara fluorescentes externas en los edificios por tubos LED de mayor eficiencia energética: Se tiene un costo por cada lámpara remplazada externa (tre)	Grado 1: \$ 90.42/tre
Colocación de ventanas	ILU-07-CP	Instalar ventanas en las paredes de edificios donde los niveles de iluminación natural son bajos. Se tiene un costo por cada ventana instalada (vi)	Grado 1: \$ 55.20/vi

Continúa en la siguiente página

Montaje de lámina transparente	ILU-08-CP	Instalar láminas transparentes en techos de edificios donde los niveles de iluminación natural son bajos. Se tiene un costo por cada tragaluz instalado (ti)	Grado 1: \$ 29.95/ti
Montaje de cortinas sobre ventanas	ILU-09-CP	Instalar cortinas en ventanas acristaladas de edificios, para controlar los niveles de iluminación natural. Se tiene un costo por cada ventana instalada (vi)	Grado 1: \$ 8.42/ci
Pintar paredes con colores claros	ILU-10-CP	Pintar paredes oscuras con colores claros, para aumentar los niveles de iluminación al aumentar la reflexión lumínica. Se tiene un costo por cada galón de pintura (gal)	Grado 1: \$ 8.80/gal
Montaje de regletas	EQ-01-CP	Instalar regletas en cada toma de corriente en los edificios, para cortar el flujo de eléctrico a los equipos. Se tiene un costo por cada regleta instalada (ri)	Grado 1: \$ 3.50/ri
Configuración en modos ahorro energético el equipo ofimático	EQ-02-CP	Configurar el equipo de cómputo en modos de ahorro automático, cuando lleven un tiempo considerable sin uso. Esta acción no tiene costo económico.	-
Reducción de reguladores de voltaje	EQ-03-CP	Reducir el número de reguladores de voltaje instalados al conectar dos equipos de cómputo en un mismo regulador. Esta acción no tiene costo económico.	-
Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo	EQ-04-CP	Disminuir el número de impresoras instaladas utilizando impresoras compartida en la red interna. Se tiene un costo para cada hub instalada (hi)	Grado 1: \$ 24.85/hi Grado 2: \$ 37.65/hi
Aislamiento térmico en paredes de edificios	CLIM-01-CP	Disminuir la transferencia de calor al colocar aislamiento térmico en las paredes de los edificios. Se tiene un costo por cada metro cuadrado de pared aislada (m²)	Grado 1: \$ 10.48/m ² Grado 2: \$ 08.41/m ² Grado 3: \$ 04.63/m ²
Aislamiento térmico en techos de edificios	CLIM-02-CP	Disminuir la transferencia de calor al colocar aislamiento térmico en los techos de los edificios. Se tiene un costo por cada metro cuadrado de techo aislado (m²)	Grado 1: \$ 09.22/m ² Grado 2: \$ 04.63/m ²
Instalación de termostatos digitales	CLIM-03-CP	Cambiar termostatos análogos por termostatos digitales, para mayor control de la temperatura. Se tiene un costo por cada termostato digital (t)	Grado 1: \$ 32.41/t
Aislamiento térmico en ventanas	CLIM-04-CP	Disminuir la transferencia de calor al colocar aislamiento térmico en ventanas de edificios. Se tiene un costo por cada metro cuadrado de ventana aislado (m²)	Grado 1: \$ 66.67/m ²
Instalación de protección solar para cristales de ventanas	CLIM-05-CP	Disminuir la transferencia de calor al colocar protección contra la radiación solar en ventanas de edificios. Se tiene un costo por metro cuadrado protegido (m²)	Grado 1: \$ 22.00/m ²

Fuente: Tablas 4.1 a 4.33 de este trabajo.

Segunda columna de la tabla anterior detalla el código de la acción correctiva, utilizado para un manejo eficiente y rápido de información; este código se compone de tres elementos: el primero describe los sistemas de iluminación (ILU), de climatización (CLIM) y de equipo de oficina (EQ); el segundo elemento es una numeración correlativa, y el tercer elemento son las letras CP que significan que la acción se planifica para implementarse en el corto plazo. La tercera columna detalla el cambio realizado por la acción, descrito de manera genérica para implementarse en los lugares necesarios. Y la última columna detalla el costo unitario de implementación, calculado según los materiales utilizados para aplicar la acción correctiva por unidad de cambio; por ejemplo: para la acción CLIM-04-CP “Aislamiento térmico en ventanas” se detalla el costo de todos los materiales necesarios para aislar un metro cuadrado de ventana que es igual a \$66.67/m² (Siendo m² la unidad de cambio para el aislamiento térmico de ventanas), lo que significa que deben invertirse \$67.67 dólares en materiales para aislar un metro cuadrado de ventana. Es importante especificar que las unidades cambian según el tipo de acción correctiva.

La herramienta utilizada para programar las acciones correctivas del corto plazo es el diagrama de GANTT, el cual se detalla en la siguiente tabla.

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016													
							Enero				Febrero									
							semanas				semanas									
							1	2	3	4	1	2	3	4						
Jefatura de biblioteca	I-I	ILU-01-CP	2 ls	j, k	\$1.09/ ls	\$2.18														
		ILU-04-CP	12 tr	j1-j2, k1-k2	\$9.99/ tr	\$ 119.88														
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$ 8.80														
	I-E	EQ-01-CP	2 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$7.00														
		EQ-02-CP	2	Equipo configurado	\$ -	\$ -														
		ILU-04-CP	9 tr	i1-i3	\$9.99/ tr	\$89.91														

Figura 4.113. Descripción de programación de acciones de corto plazo.
Fuente: Propia

Se especifica entonces la información presentada en la tabla según la numeración de las columnas de 1 al 8 en números rojos:

- 1) La primera columna detalla el área o zona donde se implementaran las acciones correctivas.
- 2) La segunda columna detalla el tipo de acción correctiva según la línea de acción del plan de ahorro de energía y según el sistema eléctrico que corrige. Se compone por dos letras;

la primera detalla la línea de acción con las letras **T** (Tarifa eléctrica), **I** (Instalaciones eléctricas-electrónicas-estructurales), **P** (Procesos administrativos), y **C** (Cultura energética). La segunda letra detalla el tipo de sistema eléctrico que corrige, con las letras **I** (Sistema de Iluminación), **C** (Sistema de Climatización) y **E** (Sistema de ofimática). Combinando letras se obtienen los tipos de acciones correctivas, una combinación **I-I** significa que la acción pertenece a la línea de acción **Instalaciones eléctricas-electrónicas** y corrige el Sistema de **Iluminación**.

- 3) La columna tres especifica el código de la acción correctiva.
- 4) La columna cuatro indica la cantidad de cambios con la implementación de la acción correctiva un área específica. Así, si en un área se detalla la cantidad de **2Is** para la acción ILU-01-CP “Sectorización de circuitos de luminarias” como en la jefatura de biblioteca, significa que después de la implementación de la acción serán dos las **luminarias** sectorizadas (**2Is**) en esa área. En el caso de la acción CLIM-01-CP “Aislamiento térmico en paredes”, si la cantidad detalla 20m^2 significa que en esa área se aislarán 20 metros cuadrados de pared aislada; y así para las demás acciones según lo detalla la tabla 4.35 en la columna *cambio realizado por la acción*.
- 5) La columna 5 especifica el cambio realizado el área. Para las acciones de iluminación desde la ILU-01-CP hasta la ILU-09-MP especifica el circuito, lámpara, lámpara, ventana, tragaluz que cambia, especificándolo según su identificador en el plano de un área (Planos del 1 al 22). Para las demás acciones especifica el equipo o material de cambio, como: termostatos, ventanas, paredes, techos, luminarias, entre otros.
- 6) La columna seis detalla el costo unitario de materiales por acción. Como se observa en la figura 4.12, para la acción ILU-01-CP “Sectorización de circuitos de luminarias” se detalla un costo unitario de \$1.09/Is, lo que significa que se tendrá un costo de \$1.09 en materiales como alambre, tornillos, anclas y cinta aislante por cada **luminaria** sectorizada (**Is**). Este costo cambia según los materiales utilizados en cada acción. De la misma manera detalla el costo unitario en materiales para la demás acciones correctivas.
- 7) La columna siete detalla en costo total por implementar la acción correctiva en cada área de la universidad, se obtiene de la multiplicación de la columna cuatro (cantidad) y la columna seis (Costo unitario de la acción). Por ejemplo, en la Jefatura de Biblioteca se detalla a una cantidad de **2Is** (2 luminarias sectorizadas) en la columna cuatro y el costo

por cada luminaria sectorizada es \$1.09 según lo especifica la columna seis, entonces el costo de implementar la acción en esa área es \$2.18.

- 8) Y la columna ocho describe el año, mes y semana cuando se implementará la acción correctiva. Prácticamente es la programación de la fecha de implementación de las acciones en cada área de los edificios de la UES-FMOcc, esta programación se detalla de manera visual rellorando con color verde, azul o café la celda que representa la semana, de un mes y año específico en la planificación del corto plazo (del mes 1 al mes 6 del año 2016). El motivos de especificar la programación con tres colores corresponde a la contratación de personal externo a la universidad para implementar acciones correctivas de manera simultánea, cada color (verde, azul o rojo) representa dos personas. Cada color representa a dos personas que trabajaran acciones diferentes de manera simultánea en diferentes áreas.

Sin nada más que agregar se presenta en seguida el programa de acciones correctivas para el corto plazo.

Tabla 4.197 Programación de acciones en corto plazo "Edificio Carreras Múltiples". Tabla 1 de 6

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016																	
							Enero semanas				Febrero semanas													
							1	2	3	4	1	2	3	4										
Jefatura de biblioteca	I-I	ILU-01-CP	2 ls	j, k	\$1.09/ ls	\$2.18																		
		ILU-04-CP	12 tr	j1-j2, k1-k2	\$9.99/ tr	\$ 119.88																		
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$ 8.80																		
	I-E	EQ-01-CP	2 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$7.00																		
		EQ-02-CP	2	Equipo configurado	\$ -	\$ -																		
Secretaría	I-I	ILU-04-CP	9 tr	i1-i3	\$9.99/ tr	\$89.91																		
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80																		
Selección y Catalogación	I-I	ILU-04-CP	18 tr	l1-l3, m1-m3	\$9.99/ tr	\$179.82																		
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80																		
Oficinas de biblioteca	I-C	CLIM-01-CP/2	51.65 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$434.38																		
		CLIM-01-CP/3	67.83 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$314.05																		
		CLIM-02-CP/2	106.1 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$491.01																		
		CLIM-03-CP	2 t	Termostato	\$32.41 / t	\$64.82																		
		CLIM-04-CP	25.21 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$1,680.75																		
		CLIM-05-CP	25.21 m²	Prot Solar	\$22.00/ m²	\$554.62																		
Centro de cómputo	I-I	ILU-01-CP	3 ls	qq, rr, ss	\$1.09/ ls	\$3.27																		
		ILU-04-CP	21 tr	qq1-qq3, rr1-rr2, ss1-ss2	\$9.99/ tr	\$209.79																		
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80																		
	I-E	EQ-01-CP	8 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$28.00																		
		EQ-02-CP	16	Equipo configurado	\$ -	\$ -																		
		EQ-03-CP	8	Reguladores anulados	\$ -	\$ -																		
	I-C	CLIM-01-CP/2	10.53 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$88.56																		
		CLIM-01-CP/3	59.06 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$273.45																		
		CLIM-02-CP/2	40.2 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$186.13																		
		CLIM-03-CP	1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41																		
		CLIM-04-CP	8.91 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$594.03																		
		CLIM-05-CP	8.91 m²	Prot Solar	\$22.00/ m²	\$196.02																		
Servidores (Unidad de Redes)	I-I	ILU-04-CP	18 tr	uu1-uu3, vv1-vv3	\$9.99/ tr	\$179.82																		
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80																		
	I-C	CLIM-01-CP/2	40.7 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$342.29																		
		CLIM-01-CP/3	24.46 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$113.25																		
		CLIM-02-CP/2	34.96 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$ 161.86																		
		CLIM-03-CP	2 t	Termostato	\$32.41/ t	\$64.82																		
		CLIM-04-CP	4.45 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$296.68																		
CLIM-05-CP	4.45 m²	Prot Solar	\$ 22.00/ m²	\$97.90																				
Hemeroteca	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50																		
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -																		
Biblioteca	I-E	EQ-01-CP	2 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$7.00																		
		EQ-02-CP	4	Equipo Configurado	\$ -	\$ -																		
Departamento de Ingeniería y Arquitectura	I-I	ILU-01-CP	27 ls	z-mm,eee-ppp	\$10.45/ ls	\$282.15																		
		ILU-02-CP	27 ai	\$z-\$mm,\$eee-\$ppp	\$6.48/ ai	\$174.96																		
		ILU-04-CP	24 tr	nn1-nn2,oo1-mm4	\$9.99/ tr	\$239.76																		
		ILU-09-CP	4 ci	A-D	\$8.42/ ci	\$33.68																		
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80																		

Fuente: Propia.

Tabla 4.198 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 2 de 6

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016													
							Enero semanas				Febrero semanas									
							1	2	3	4	1	2	3	4						
Departamento de Ingeniería y Arquitectura	I-E	EQ-01-CP	22 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$77.00														
		EQ-02-CP	22	Equipo Configurado	\$ -	\$ -														
	I-C	CLIM-01-CP/2	8.4 m2	Muro Exterior	\$8.41/ m2	\$70.64														
		CLIM-01-CP/3	57.99 m2	Muro Interior	\$4.63/ m2	\$268.49														
		CLIM-02-CP/2	38.71 m2	Cubierta	\$4.63 / m2	\$179.23														
		CLIM-03-CP	1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41														
		CLIM-04-CP	9.9 m2	Ventanas	\$66.67/ m2	\$660.03														
CLIM-05-CP	9.9 m2	Prot Solar	\$22.00/ m2	\$217.80																
Centro de computo de ingeniería	I-I	ILU-04-CP	27 tr	rr1-rr3, qq1-qq3, pp1-pp3	\$9.99/ tr	\$269.73														
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80														
	I-E	EQ-01-CP	16 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$56.00														
		EQ-02-CP	31	Equipo Configurado	\$ -	\$ -														
		EQ-03-CP	15	Reguladores Anulados	\$ -	\$ -														
Laboratorio de Hardware	I-I	ILU-01-CP	3 ls	ww,u,v	\$1.09/ ls	\$3.27														
		ILU-03-CP/1	8 ld	ww1-ww4,u1-u2,v1-v2	\$1.72/ ld	\$13.76														
		ILU-04-CP	18 tr	uu1-uu2, vv1-vv2, ww1-ww2	\$9.99/ tr	\$179.82														
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80														
Mantenimiento de Computo Ing.	I-I	ILU-04-CP	12 tr	ss1-ss2, tt1- tt2	\$9.99/ tr	\$119.88														
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80														
Unidad de Hardware (Centro de Computo de Ing., Laboratorio de Hardware y Mantenimiento de Computo Ing.)	I-C	CLIM-01-CP/2	46.38 m2	Muro Exterior	\$8.41/ m2	\$390.06														
		CLIM-01-CP/3	86.18 m2	Muro Interior	\$4.63/ m2	\$399.01														
		CLIM-02-CP/2	186 m2	Cubierta	\$4.63/ m2	\$861.18														
		CLIM-03-CP	3 t	Termostato	\$32.41/ t	\$97.23														
		CLIM-04-CP	25.24 m2	Ventanas	\$66.67/ m2	\$1,682.75														
		CLIM-05-CP	25.24 m2	Prot Solar	\$22.00/ m2	\$555.28														
Departamento de Idiomas	I-I	ILU-01-CP	11 ls	h-l,qqq-vvv	\$10.45/ ls	\$114.95														
		ILU-02-CP	11 ai	\$h-\$l,\$qqq-\$vvv	\$6.48/ ai	\$71.28														
		ILU-03-CP/1	8 ld	nn1-nn2,oo1-oo2,mm1-mm4	\$1.72/ ld	\$13.76														
		ILU-04-CP	24 tr	q1-q2, r1-r2, p1-p4	\$9.99/ tr	\$239.76														
		ILU-09-CP	4 ci	E-G	\$8.42/ ci	\$ 33.68														
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$ 8.80														
	I-E	EQ-01-CP	9 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$31.50														
		EQ-02-CP	9	Equipo Configurado	\$ -	\$ -														
		EQ-04-CP/2	3 hi	Impresoras Anuladas	\$37.65/ hi	\$37.65														

Fuente: Propia.

Tabla 4.199 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 3 de 6

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Enero semanas				Febrero semanas								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Departamento de Idiomas	I-C	CLIM-01-CP/2	8.4 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$70.64													
		CLIM-01-CP/3	57.99 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$ 268.49													
		CLIM-02-CP/2	38.71 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$179.23													
		CLIM-03-CP	1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41													
		CLIM-04-CP	9.9 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$660.03													
Laboratorio 1 de Idiomas	I-I	ILU-01-CP	4 ls	s,t,u,v	\$1.09/ ls	\$4.36													
		ILU-04-CP	42 thr	s1-s4, t1-t2, u1-u4, v1-v4	\$9.99/ tr	\$419.58													
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/ gal	\$ 8.80													
	I-E	EQ-01-CP	20 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$70.00													
		EQ-02-CP	20	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
		EQ-03-CP	10	Reguladores Anulados	\$ -	\$ -													
	I-C	CLIM-01-CP/2	68.14 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$573.06													
		CLIM-01-CP/3	49.24 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$227.98													
		CLIM-02-CP/2	116.2 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$538.01													
		CLIM-03-CP	1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41													
CLIM-04-CP		23.76 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$1,584.08														
Laboratorio 2 de Idiomas	I-I	ILU-04-CP	27 tr	w1-w3, x1-x3, y1-y3	\$9.99/ tr	\$269.73													
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/ gal	\$8.80													
	I-C	CLIM-01-CP/2	27.53 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$231.53													
		CLIM-01-CP/3	70.9 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$328.27													
		CLIM-02-CP/2	72 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$333.36													
		CLIM-03-CP	1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41													
		CLIM-04-CP	5.94 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$396.02													
	Sala de Conferencia	I-I	ILU-04-CP	27 tr	xx1-xx3, yy1-yy3, zz1-zz3	\$9.99/ tr	\$269.73												
			ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/ gal	\$8.80												
		I-C	CLIM-01-CP/2	52.85 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$444.47												
CLIM-01-CP/3			37.04 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$171.50													
CLIM-02-CP/2			72.4 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$335.21													
CLIM-03-CP			1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41													
CLIM-04-CP	13.36 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$890.71															
CLIM-05-CP	13.36 m²	Prot Solar	\$22.00/ m²	\$293.92															

Tabla 4.200 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 4 de 6

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Febrero semanas				Marzo semanas								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Departamento de Matemáticas	I-E	EQ-01-CP	10 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$35.00													
		EQ-02-CP	10	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
	I-C	CLIM-01-CP/2	51.98 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$437.11													
		CLIM-01-CP/3	69.4 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$321.32													
		CLIM-02-CP/2	141.4 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$654.50													
		CLIM-03-CP	3 t	Termostato	\$32.41/ t	\$97.23													
CLIM-04-CP	25.25 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$1,683.08															
CLIM-05-CP	25.25 m²	Prot Solar	\$22.00/ m²	\$555.39															

Fuente: Propia

Tabla 4.201 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 5 de 6

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Febrero				Marzo								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Centro de computo de matemática	I-I	ILU-04-CP	18 tr	o1-o3, q1-q3	\$9.99/ tr	\$179.82													
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80													
	I-E	EQ-01-CP	13 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$45.50													
		EQ-02-CP	13	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Departamento de Ciencias Sociales	I-I	ILU-01-CP	29 ls	r-z,aa-cc,iii-xxx	\$10.45/ ls	\$303.05													
		ILU-02-CP	17 ai	\$iii-\$xxx	\$6.48/ ai	\$110.16													
		ILU-07-CP	4 vi	V1-V4	\$55.20/ vi	\$220.80													
	I-E	EQ-01-CP	10 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$35.00													
EQ-02-CP		10	Equipo Configurado	\$ -	\$ -														
Sala de Conferencias	I-I	ILU-04-CP	36 tr	ee1-ee3, ff1-ff3, gg1-gg3, hh1-hh3	\$9.99/ tr	\$359.64													
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80													
	I-C	CLIM-01-CP/2	53.72 m²	Muro Exterior	\$8.41 / m²	\$451.79													
		CLIM-01-CP/3	58.26 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$269.74													
		CLIM-02-CP/2	156 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$722.28													
		CLIM-03-CP	2 t	Termostato	\$32.41/ t	\$64.82													
		CLIM-04-CP	20.65 m²	Ventanas	\$66.67 / m²	\$1,376.74													
CLIM-05-CP	20.65 m²	Prot Solar	\$22.00 / m²	\$454.30															

Fuente: Propia

Tabla 4.202 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Carreras Múltiples”. Tabla 6 de 6

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016											
							Marzo				Abril							
							1	2	3	4	1	2	3	4				
Decanato	I-I	ILU-04-CP	33 tr	ii1-ii3, jj1, jj2, kk1, mm1, mm2, nn1, nn2, oo1,	\$9.99/ tr	\$329.67												
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80 /gal	\$8.80												
	I-E	EQ-01-CP	3 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$10.50												
		EQ-02-CP	3	Equipo Configurado	\$ -	\$ -												
		EQ-04-CP/1	2 hi	Impresoras Anuladas	\$24.85/ hi	\$24.85												
Decanato	I-C	CLIM-01-CP/2	24.64 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$207.22												
		CLIM-01-CP/3	93.68 m²	Muro Interior	\$4.63/ m²	\$433.74												
		CLIM-02-CP/2	181.7 m²	Cubierta	\$4.63/ m²	\$841.27												
		CLIM-03-CP	3 t	Termostato	\$32.41/ t	\$97.23												
		CLIM-04-CP	60.68 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$4,045.20												
CLIM-05-CP	60.68 m²	Prot Solar	\$22.00/ m²	\$1,334.85														
Sala de Conferencia Decanato	I-I	ILU-04-CP	33 tr	pp1-pp3, qq1, qq2, rr1-rr3, ss1-ss3	\$9.99/ tr	\$329.67												

Fuente: Propia

Tabla 4.203. Programación de acciones en corto plazo “Edificio Medicina”. Tabla 1 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016														
							Marzo				Abril										
							1	2	3	4	1	2	3	4							
Aula S1B	I-I	ILU-01-CP	16 ls	w, x, y, z	\$1.09/ ls	\$17.44															
		ILU-07-CP	3 vi	V4-V6	\$55.20/ vi	\$165.60															
Aula S1C	I-I	ILU-01-CP	16 ls	bb, cc, dd, ee	\$1.09/ ls	\$17.44															
		ILU-07-CP	3 vi	V1-V3	\$55.20/ vi	\$165.60															
Laboratorio 1	I-I	ILU-01-CP	12 ls	hh, ii, jj	\$1.09/ ls	\$13.08															
Laboratorio 2	I-I	ILU-01-CP	12 ls	mm, nn, oo	\$1.09/ ls	\$13.08															
Secretaria	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50															
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
Clínica	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50															
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
Extensión de Idiomas	I-E	EQ-01-CP	4 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$14.00															
		EQ-02-CP	4	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
Sala de Docentes	I-I	ILU-01-CP	14 ls	rr, ss, tt, eee-ooo	\$10.45/ ls	\$146.30															
		ILU-02-CP	12 ai	\$\$\$-Soo	\$6.48/ ai	\$77.76															
		ILU-04-CP	45 tr	rr1, rr2, ss1, tt1, eee1, fff1, ggg1, hhh1, iii1, jjj1, kkk1, lll1, mmm1, nnn1, oool	\$9.99/ tr	\$449.55															
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80															
	I-E	EQ-01-CP	6 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$21.00															
		EQ-02-CP	6	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
		EQ-04-CP/1	1 hi	Impresora Anulada	\$24.85/ hi	\$24.85															
	CLIM	CLIM-01-CP/2	55.2 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$464.23															
		CLIM-01-CP/3	17.55 m²	Muro Interior	\$8.63/ m²	\$151.46															
		CLIM-02-CP/1	72 m²	Cubierta	\$9.22/ m²	\$663.84															
		CLIM-03-CP	2	Termostato	\$32.41 / t	\$64.82															
		CLIM-04-CP	6.3 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$420.02															
	I-C	CLIM-05-CP	6.3 m²	Prot Solar	\$22.00/ m²	\$138.60															
		EQ-01-CP	18 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$63.00															
		EQ-02-CP	18	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
		EQ-03-CP	7	Reguladores Anulados	\$ -	\$ -															
		ILU-01-CP	6 ls	q, r	\$1.09/ ls	\$6.54															
		ILU-07-CP	2 vi	V7, V8	\$55.20/ vi	\$110.40															
		ILU-01-CP	6 ls	t, u	\$1.09/ ls	\$6.54															
		ILU-07-CP	2 vi	V9, V10	\$55.20/ vi	\$110.40															
		ILU-01-CP	6 ls	w, x	\$1.09/ ls	\$6.54															
		ILU-07-CP	2 vi	V11, V12	\$55.20/ vi	\$110.40															

Fuente: Propia

Tabla 4.204 Programación de acciones en corto plazo "Edificio Medicina". Tabla 2 de 2

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016													
							Abril				Mayo									
							1	2	3	4	1	2	3	4						
Aula S2D	I-I	ILU-01-CP	6 ls	z, aa	\$1.09/ ls	\$6.54														
		ILU-07-CP	2 vi	V13, V14	\$55.20/ vi	\$110.40														
Aula S2E	I-I	ILU-01-CP	6 ls	cc, dd	\$1.09 / ls	\$6.54														
		ILU-07-CP	2 vi	V15, V16	\$55.20/ vi	\$110.40														
Aula HD	I-I	ILU-01-CP	6 ls	jj, kk	\$1.09 / ls	\$6.54														
		ILU-07-CP	2 vi	V17, V18	\$55.20/ vi	\$110.40														
Aula 1 Medicina	I-I	ILU-01-CP	6 ls	cc, dd	\$1.09/ ls	\$6.54														
		ILU-07-CP	2 vi	V19, V20	\$55.20/ vi	\$110.40														
Aula 2 Medicina	I-I	ILU-01-CP	6 ls	zz, aaa	\$1.09/ ls	\$6.54														
		ILU-07-CP	2 vi	V21, V22	\$55.20/ vi	\$110.40														
Unidad de Personal Social	I-I	ILU-01-CP	8 ls	uu, vv, ww, xx, ppp, qqq	\$1.09/ ls	\$8.72														
		ILU-02-CP	2 ai	\$ppp, \$qqq	\$6.48/ ai	\$12.96														
		ILU-04-CP	12 tr	uu1, vv1, ppp1, qqq1	\$9.99/ tr	\$119.88														
		IUL-10-CP	1 gal	Total	\$8.80/gal	\$8.80														
	I-C	CLIM-01-CP/2	131.9 m²	Muro Exterior	\$8.41/ m²	\$1,109.28														
		CLIM-02-CP/1	128 m²	Cubierta	\$9.22 / m²	\$ 1,180.16														
		CLIM-03-CP	2 t	Termostato	\$32.41/ t	\$64.82														
		CLIM-04-CP	12.15 m²	Ventanas	\$66.67/ m²	\$810.04														
		CLIM-05-CP	12.15 m²	Prot Solar	\$22.00 / m²	\$267.30														

Tabla 4.205 Programación de acciones en corto plazo "Edificio Admón. Académica". Tabla 1 de 3

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Abril				Mayo								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Atención estudiantil	I-I	ILU-04-CP	8 tr	a1, a2, b1, b2	\$9.99/ tr	\$79.92													
		ILU-09-CP	2 ci	A-B	\$8.42/ ci	\$16.84													
	I-E	EQ-01-CP	3 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$10.50													
EQ-02-CP		3	Equipo Configurado	\$ -	\$ -														
Administración Académica	I-I	ILU-01-CP	9 ls	c, e, f	\$1.09/ ls	\$9.81													
		ILU-02-CP	1 ai	\$z	\$6.48/ ai	\$6.48													
		ILU-03-CP/1	8 ld	z, c1, c2, c3, e1, f1, f2, f3	\$1.72/ ld	\$13.76													
		ILU-04-CP	12 tr	c1-c3, f1-f3, e1-e3, z	\$9.99/ tr	\$119.88													
		ILU-09-CP	5 ci	C-G	\$8.42/ ci	\$42.10													
		ILU-10-CP	4 gal	Total	\$8.80/gal	\$35.20													
	I-E	EQ-01-CP	8 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$28.00													
		EQ-02-CP	8	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
		EQ-04-CP	1 hi	Impresora Anulada	\$37.65/ hi	\$37.65													

Fuente: Propia

Tabla 4.206 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Admón. Académica”. Tabla 2 de 3

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016														
							Abril				Mayo										
							semanas				semanas										
							1	2	3	4	1	2	3	4							
Administración Académica	I-C	CLIM-01-CP/2	87.64 m2	Muro Exterior	\$8.41/ m2	\$737.05															
		CLIM-02-CP/1	113.3 m2	Cubierta	\$9.22 / m2	\$1,044.22															
		CLIM-03-CP	5 t	Termostato	\$32.41/ t	\$162.05															
		CLIM-04-CP	30.47 m2	Ventanas	\$66.67/ m2	\$2,031.43															
		CLIM-05-CP	30.47 m2	Prot Solar	\$22.00/ m2	\$670.34															
Departamento de Letras	I-I	ILU-01-CP	3 ls	g, h	\$1.09/ ls	\$3.27															
		ILU-02-CP	3 ai	\$aa, \$bb, \$cc	\$6.48/ ai	\$19.44															
		ILU-03-CP/1	8 ld	g1, g2, h1, aa1, bb1, bb2, cc1, cc2	\$1.72/ ld	\$13.76															
		ILU-08-CP	1 ti	T1	\$29.95/ ti	\$29.95															
		ILU-09-CP	4 ci	H-K	\$8.42/ ci	\$33.68															
	I-E	EQ-01-CP	7 ls	Regletas Instaladas	\$3.50/ ls	\$24.50															
		EQ-02-CP	7	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
EQ-04-CP/2		3 hi	Impresora Anulada	\$37.65/ hi	\$37.65																
Unidad de Personal	I-I	ILU-01-CP	3 ls	o, dd	\$1.09/ ls	\$3.27															
		ILU-02-CP	1 ai	\$dd	\$6.48/ ai	\$6.48															
		ILU-03-CP/1	2 ld	dd1, dd2	\$1.72/ ld	\$3.44															
Defensoría de los derechos universitarios	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50															
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
Oficina de transporte	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50															
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
Jefatura Administración Financiera	I-I	ILU-04-CP	4 tr	r1, r2	\$9.99 / tr	\$39.96															
		EQ-01-CP	5 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$17.50															
	I-C	EQ-02-CP	5	Equipo Configurado	\$ -	\$ -															
		CLIM-01-CP/2	15.39 m2	Muro Exterior	\$8.41/ m2	\$129.46															
		CLIM-01-CP/1	16.58 m2	Muro Interior	\$10.48/ m2	\$173.73															
		CLIM-02-CP/1	15.58 m2	Cubierta	\$9.22/ m2	\$143.65															
		CLIM-03-CP	2 t	Termostato	\$32.41/ t	\$64.82															
CLIM-04-CP	6.751 m2	Ventanas	\$66.67/ m2	\$450.11																	
CLIM-05-CP	6.751 m2	Prot Solar	\$22.00/ m2	\$148.53																	

Fuente: Propia

Tabla 4.207 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Admón. Académica”. Tabla 3 de 3

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Abril				Mayo								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Oficina de RR-HH	I-I	ILU-04-CP	4 tr	p1, p2	\$9.99/ tr	\$39.96													
	I-E	EQ-01-CP	3 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$10.50													
		EQ-02-CP	3	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Unidad de Estudio Socioeconómico	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50													
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
		EQ-04-CP	1	Impresora Anulada	\$ -	\$ -													

Tabla 4.208 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Economía”. Tabla 1 de 2

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Mayo				Junio								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Departamento de Física	I-I	ILU-01-CP	2 ls	c,i	\$1.09/ ls	\$2.18													
		ILU-02-CP	1 ai	Si	\$6.48 / ai	\$6.48													
		ILU-03-CP/2	3 ld	a1, c3, i3	\$1.95 / ld	\$5.85													
	I-E	EQ-01-CP	4 ri	Regletas Instaladas	\$3.50 / ri	\$14.00													
		EQ-02-CP	4	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
		EQ-04-CP/1	1 hi	Impresora Anulada	\$24.85/ hi	\$24.85													
Cubículos 4 y 5	I-I	ILU-01-CP	1 ls	h	\$1.09 / ls	\$1.09													
		ILU-02-CP	1 ai	Sh	\$6.48 / ai	\$6.48													
		ILU-03-CP/2	1 ld	h3	\$1.95/ ld	\$1.95													
Laboratorio de Física																			
Bodega de Química	I-I	ILU-01-CP	1 ls	n	\$1.09/ ls	\$1.09													
		ILU-02-CP	1 ai	\$n	\$6.48/ ai	\$6.48													
Departamento de Química	I-I	ILU-01-CP	6 ls	q-v	\$1.09/ ls	\$6.54													
		ILU-02-CP	6 ai	\$q-\$v	\$6.48/ ai	\$38.88													
		ILU-03-CP/2	6 ld	r1, s1, t2, u1, v1, q1	\$1.95/ ld	\$11.70													
		ILU-09-CP	2 ci	A, B	\$8.42/ ci	\$16.84													
Departamento de Química	I-E	EQ-01-CP	6 ri	Regletas Instaladas	\$3.50 / ri	\$21.00													
		EQ-02-CP	6	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Laboratorio de investigación de Química	I-I	ILU-04-CP	8 tr	j1-j4	\$9.99/ tr	\$79.92													
		ILU-10-CP	1 gal	Total	\$8.80 /gal	\$8.80													
	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50 / ri	\$3.50													
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
	I-C	CLIM-01-CP/2	40.98 m2	Muro Exterior	\$8.41/ m2	\$344.64													
		CLIM-01-CP/1	13.75 m2	Muro Interior	\$10.48/ m2	\$144.10													
		CLIM-02-CP/1	21.9 m2	Cubierta	\$9.22 / m2	\$201.92													
		CLIM-03-CP	1 t	Termostato	\$32.41/ t	\$32.41													
CLIM-04-CP		2.89 m2	Ventanas	\$66.67/ m2	\$192.68														
CLIM-05-CP	2.89 m2	Prot Solar	\$22.00/ m2	\$63.58															
Bodega y Oficina. Lab Química	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50													
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													

Fuente: Propia

Tabla 4.209 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Economía”. Tabla 2 de 2

Área a o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Mayo				Junio								
							semanas				semanas								
1	2	3	4	1	2	3	4												
Departamento de Ciencias Económicas	I-I	ILU-01-CP	7 ls	w-cc	\$1.09/ ls	\$7.63													
		ILU-02-CP	7 ai	\$w-\$cc	\$6.48/ ai	\$45.36													
		ILU-04-CP	16 tr	m1-m6	\$9.99 / tr	\$159.84													
		ILU-09-CP	5 ci	C-G	\$8.42/ ci	\$42.10													
		ILU-10-CP	1 gal	Cubículos 13-	\$8.80/gal	\$8.80													
	ILU-10-CP	2 gal	Total	\$8.80/gal	\$17.60														
	I-E	EQ-01-CP	7 ri	Regletas	\$3.50/ ri	\$24.50													
		EQ-02-CP	7	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
	I-C	CLIM -01-CP/2	96.15 m2	Muro Exterior	\$8.41/ m2	\$808.62													
		CLIM -02-CP/1	99.24 m2	Cubierta	\$9.22/ m2	\$914.99													
CLIM -03-CP		2	Termostato	\$32.41	\$64.82														
CLIM -04-CP		21 m2	Ventanas	\$66.67/ m2	\$ 1,400.07														
CLIM -05-CP	21 m2	Prot Solar	\$22.00/ m2	\$462.00															
Biblioteca de Economía	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50 / ri	\$3.50													
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Aula E3	I-I	ILU-01-CP	3 ls	b, c, d	\$1.09/ ls	\$3.27													
		ILU-02-CP	2 ai	\$b, \$c	\$6.48/ ai	\$12.96													
Aula E1	I-I	ILU-01-CP	3 ls	l, m, k	\$1.09/ ls	\$3.27													

Tabla 4.210 Programación de acciones en corto plazo “Iluminación Externa”. Tabla 1 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016											
							Junio				Julio							
							semanas				semanas							
1	2	3	4	1	2	3	4											
Parqueo de la cafetería (lado este)	I-I	ILU-06-CP	2	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$180.96												
Taller de Mantenimiento	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Taller Industrial (lado este)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Instituto de Estudio del Agua (lado oeste)	I-I	ILU-06-CP	3	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$271.44												
Entrada Vehicular	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Parqueo	I-I	ILU-06-CP	10	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$900.48												
Departamento Ciencias Jurídicas (lado este)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Entrada Peatonal	I-I	ILU-06-CP	3	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$271.44												
Clínica de Salud Bucal (lado sur)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Sala de Conferencia (lado sur oeste)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Aula 10 (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												

Fuente: Propia

Tabla 4.211 Programación de acciones en corto plazo "Iluminación Externa". Tabla 2 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016											
							Junio				Julio							
							semanas				semanas							
1	2	3	4	1	2	3	4											
Edificio de Economía (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	2	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$181.68												
Departamento de Física (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Deportes (lado este)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Unidad de Post Grado	I-I	ILU-06-CP	3	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$271.44												
AGEFMO (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Aula 5 (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Aula 5 (lado sur este)	I-I	ILU-06-CP	1	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$90.48												
Bunker (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	4	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$361.92												
Bunker (lado sur)	I-I	ILU-06-CP	3	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$271.44												
Bunker (lado nor oeste)	I-I	ILU-06-CP	2	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$181.68												
Edificio de Medicina (lado este)	I-I	ILU-06-CP	2	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$181.68												
Edificio de Medicina (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	3	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$271.44												
Fuente (Alrededores)	I-I	ILU-06-CP	7	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$633.36												
Edificio de Usos Múltiples (lado este)	I-I	ILU-06-CP	2	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$181.68												
Edificio de Usos Múltiples (lado norte)	I-I	ILU-06-CP	3	Luminaria cambiada	\$90.48/ lum	\$271.44												

Fuente: Propia

Tabla 4.212 Programación de acciones en corto plazo "Aulas Externas". Tabla 1 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016											
							Junio				Julio							
							semanas				semanas							
1	2	3	4	1	2	3	4											
Aula 2	I-I	ILU-01-CP	2 ls	l, j	\$1.09/ ls	\$2.18												
		ILU-08-CP	3 ti	T1-T3	\$29.95/ ti	\$ 89.85												
Aula 3	I-I	ILU-08-CP	8 ti	T1-T8	\$29.95/ ti	\$239.60												
Aula 4	I-I	ILU-08-CP	6 ti	T1-T6	\$29.95/ ti	\$179.70												
Aula 5	I-I	ILU-08-CP	7 ti	T1-T7	\$29.95/ ti	\$209.65												
Aula 7	I-I	ILU-07-CP	3 vi	V1-V3	\$55.20/ vi	\$165.60												
Aula 8	I-I	ILU-01-CP	10 ls	y, z, aa	\$1.09 / ls	\$10.90												
Aula 9	I-I	ILU-07-CP	1 vi	V1	\$55.20/ vi	\$55.20												
Aula 10	I-I	ILU-01-CP	2 ls	b, c	\$1.09/ ls	\$2.18												
		ILU-08-CP	6 ti	T1-T6	\$29.95/ ti	\$179.70												
Aula 11	I-I	ILU-01-CP	12 ls	g, h, i, j	\$1.09/ ls	\$13.08												
Laboratorio 2 de Física	I-I	ILU-03-CP/2	3 ld	e2, e4, f2	\$1.95/ ld	\$5.85												
		ILU-08-CP	3 ti	T1-T3	\$29.95/ ti	\$ 89.85												

Fuente: Propia

Tabla 4.213 Programación de acciones en corto plazo “Aulas Externas”. Tabla 2 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016							
							Junio				Julio			
							1	2	3	4	1	2	3	4
Gimnasio Taekwondo	I-I	ILU-08-CP	3 ti	T1-T3	\$29.95/ ti	\$ 89.85								
		ILU-01-CP	9 ls	j, k, l	\$1.09/ ls	\$ 9.81								
	I-I	ILU-03-CP/1	2 ld	l2, l3	\$1.72/ ld	\$ 3.44								
		ILU-08-CP	7 ti	T1-T7	\$29.95/ ti	\$ 209.65								
Gimnasio	I-I	ILU-08-CP	3 ti	T1-T3	\$29.95/ ti	\$ 89.85								

Tabla 4.214 Programación de acciones en corto plazo “Edificio N”.

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016							
							Junio				Julio			
							1	2	3	4	1	2	3	4
Librería		ILU-01-CP	6 ls	a, n, o, p	\$1.09 / ls	\$ 6.54								
	I-I	ILU-02-CP	3 ai	\$n, \$o, \$p	\$6.48 / ai	\$19.44								
	I-E	EQ-01-CP	2 ri	Regletas Instaladas	\$3.50 / ri	\$ 7.00								
		EQ-02-CP	2	Equipo Configurado	\$ -	\$ -								
		EQ-04-CP	1	Impresoras Anuladas	\$ -	\$ -								
Aula N1	I-I	ILU-01-CP	12 ls	c, d, t, u	\$ 1.09/ ls	\$13.08								
		ILU-02-CP	2 ai	\$t, \$u,	\$6.48/ ai	\$12.96								
Aula N2	I-I	ILU-01-CP	6 ls	b, r, s	\$1.09 / ls	\$6.54								
		ILU-02-CP	2 ai	\$r, \$s	\$6.48/ ai	\$12.96								
Aula N3	I-I	ILU-01-CP	9 ls	f, g, v, w	\$1.09/ ls	\$9.81								
		ILU-02-CP	2 ai	\$v, \$w	\$6.48/ ai	\$12.96								
Aula N4	I-I	ILU-01-CP	9 ls	h, i, x, y	\$1.09/ ls	\$9.81								
		ILU-02-CP	2 ai	\$x, \$y	\$6.48/ ai	\$12.96								
Aula N5	I-I	ILU-01-CP	18 ls	j, k, l, m, z, aa, bb, cc	\$1.09/ ls	\$19.62								
		ILU-02-CP	4 ai	\$z, \$aa, \$bb,\$cc	\$6.48/ ai	\$25.92								

Tabla 4.215 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Biología”. Tabla 1 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016							
							Julio				Agosto			
							1	2	3	4	1	2	3	4
Laboratorio 1 biología	I-I	ILU-01-CP	6 ls	a, b, ñ	\$ 1.09/ ls	\$6.54								
		ILU-02-CP	1 ai	\$ñ	\$6.48 / ai	\$6.48								
		ILU-08-CP	7 ti	T1-T7	\$29.95/ ti	\$209.65								
		ILU-09-CP	7 ci	A-G	\$8.42/ ci	\$58.94								
		ILU-10-CP	10 gal	Total	\$8.80/gal	\$88.00								
Bodega de Biología	I-I	ILU-07-CP	1 vi	V1	\$55.20/ vi	\$55.20								
		ILU-08-CP	2 ti	T8-T10	\$29.95/ ti	\$59.90								
Laboratorio 2 biología	I-I	ILU-01-CP	8 ls	f, g, o, p	\$1.09/ ls	\$8.72								
		ILU-02-CP	2 ai	\$o, \$p	\$6.48/ ai	\$12.96								
		ILU-08-CP	7 ti	T11-T18	\$29.95/ ti	\$209.65								
		ILU-09-CP	4 ci	H-K	\$8.42/ ci	\$33.68								
		ILU-10-CP	10 gal	Total	\$8.80/gal	\$88.00								

Fuente: Propia

Tabla 4.216 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Biología”. Tabla 2 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016							
							Julio				Agosto			
							semanas				semanas			
1	2	3	4	1	2	3	4							
Departamento de Biología	I-I	ILU-01-CP	8 ls	q-x	\$1.09/ ls	\$8.72								
		ILU-02-CP	8 ai	\$q-\$x	\$6.48/ ai	\$51.84								
		ILU-03-CP/3	1 ld	u1	\$1.72/ ld	\$ 1.72								
	I-E	EQ-01-CP	8 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$28.00								
		EQ-02-CP	8	Equipo Configurado	\$ -	\$ -								
Aula A1	I-I	ILU-01-CP	4 ls	l, m	\$1.09/ ls	\$4.36								

Fuente: Propia

Tabla 4.217 Programación de acciones en corto plazo “Clínica Extramural de Santa Ana”.

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016							
							Julio				Agosto			
							semanas				semanas			
1	2	3	4	1	2	3	4							
Sala de espera Clínica	I-I	ILU-01-CP	3 ls	d	\$1.09/ ls	\$3.27								
		ILU-08-CP	1 ti	T1	\$29.95/ ti	\$29.95								
Pasillo 1	I-I	ILU-08-CP	1 ti	T2	\$29.95/ ti	\$29.95								
Área de Trabajos dentales	I-I	ILU-01-CP	6 ls	a, b, t, u, v, w	\$1.09/ ls	\$ 6.54								
		ILU-02-CP	4 ai	\$t, \$u, \$v, \$w	\$6.48/ ai	\$25.92								
Rayos X	I-I	ILU-01-CP	1 ls	x	\$1.09/ ls	\$1.09								
		ILU-02-CP	1 ai	\$x	\$6.48/ ai	\$6.48								
B años	I-I	ILU-01-CP	1 ls	c	\$1.09/ ls	\$1.09								
Oficina Clínica	I-I	ILU-01-CP	1 ls	y	\$1.09/ ls	\$1.09								
		ILU-02-CP	1 ai	\$y	\$6.48/ ai	\$6.48								
	I-E	EQ-01-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -								
EQ-02-CP		1 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$3.50									
Bodega	I-I	ILU-01-CP	1 ls	f	\$1.09/ ls	\$1.09								
Área de lavado	I-I	ILU-01-CP	1 ls	z	\$1.09/ ls	\$1.09								
		ILU-02-CP	1 ai	\$z	\$6.48/ ai	\$6.48								

Fuente: Propia

Tabla 4.218 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Ciencias Jurídicas N1”. Tabla 1 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016							
							Agosto				Septiembre			
							semanas				semanas			
1	2	3	4	1	2	3	4							
Cubículo 2	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regleta Instalada	\$3.50/ ri	\$3.50								
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -								
Cubículo 5	I-I	ILU-01-CP	1 ls	q	\$1.09/ ls	\$1.09								
		ILU-02-CP	1 ai	\$q	\$6.48/ ai	\$6.48								
Cubículo 6	I-I	ILU-01-CP	1 ls	e	\$1.09/ ls	\$1.09								
		ILU-02-CP	1 ai	\$e	\$6.48/ ai	\$6.48								
	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regleta Instalada	\$3.50/ ri	\$3.50								
EQ-02-CP		1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -									
Cubículo 7	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regleta Instalada	\$3.50/ ri	\$3.50								

Fuente: Propia

Tabla 4.219 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Ciencias Jurídicas N2”. Tabla 2 de 2

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Agosto				Septiembre								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Cubículo 8	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regleta Instalada	\$3.50/ ri	\$3.50													
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Cubículo 9	I-E	EQ-01-CP	1 ri	Regleta Instalada	\$3.50/ ri	\$3.50													
		EQ-02-CP	1	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Pasillo 2	I-I	ILU-01-CP	2 ls	b, c	\$1.09/ ls	\$2.18													
Pasillo 3	I-I	ILU-01-CP	2 ls	d, e	\$1.09/ ls	\$2.18													
Cubículo 10	I-I	ILU-01-CP	1 ls	f	\$1.09/ ls	\$1.09													
		ILU-02-CP	2 ai	\$m, \$n	\$6.48/ ai	\$12.96													
Cubículo 11	I-I	ILU-01-CP	1 ls	g	\$1.09/ ls	\$1.09													
		ILU-02-CP	1 ai	\$o	\$6.48/ ai	\$6.48													
		ILU-01-CP	1 ls	c	\$1.09/ ls	\$1.09													
Pasillo 5	I-I	ILU-08-CP	3 ti	T1-T3	\$29.95/ ti	\$89.85													
Pasillo 6	I-I	ILU-08-CP	3 ti	T4-T6	\$29.95/ ti	\$89.85													

Fuente: Propia

Tabla 4.220 Programación de acciones en corto plazo “Edificio Ciencias Jurídicas N2”.

Área o zona	Tipo de Acción	Acción Correctiva	Cantidad	Cambio	Costo unitario de la acción (materiales)	Costo de la Acción	Año 2016												
							Agosto				Septiembre								
							1	2	3	4	1	2	3	4					
Oficina 1	I-I	ILU-01-CP	10 ls	a, b, c, d	\$1.09/ ls	\$10.90													
		ILU-05-CP	1 cl	c2	\$0.98/ cl	\$0.98													
		ILU-08-CP	2 ti	T1, T2	\$29.95/ ti	\$59.90													
Pasillo 1	I-I	ILU-01-CP	1 ls	e	\$1.09/ ls	\$1.09													
Pasillo 2	I-I	ILU-01-CP	1 ls	aa	\$1.09/ ls	\$1.09													
		ILU-02-CP	1 ai	\$aa	\$6.48/ ai	\$6.48													
		ILU-08-CP	1 ti	T3	\$29.95/ ti	\$29.95													
Pasillo 3	I-I	ILU-01-CP	1 ls	bb	\$1.09/ ls	\$1.09													
		ILU-02-CP	1 ai	\$bb	\$6.48/ ai	\$6.48													
		ILU-08-CP	1 ti	T4	\$29.95/ ti	\$29.95													
Pasillo 4	I-I	ILU-05-CP	1 cl	r1	\$0.98/ cl	\$0.98													
Oficina 2	I-E	ILU-01-CP	2 ls	s, t	\$1.09/ ls	\$2.18													
		EQ-01-CP	2 ri	Regletas Instaladas	\$3.50/ ri	\$7.00													
		EQ-02-CP	2	Equipo Configurado	\$ -	\$ -													
Laboratorio 1	I-I	ILU-01-CP	6 ls	p, o	\$1.09/ ls	\$6.54													
Sala de Conferencia	I-I	ILU-01-CP	9 ls	j, k, l	\$1.09/ ls	\$9.81													

Fuente: Propia

4.6.2. Programación de acciones correctivas para el mediano plazo

Para el Mediano Plazo se planea implementar 10 acciones correctivas en la línea de acción 2: Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales. La programación de las acciones se distribuye en un año con 6 meses, con una secuencia lógica de implementación; por ejemplo: primero realizar la gestión para realizar el mantenimiento del equipo de aires acondicionados (acción PCLIM- 01-MP) para luego instalar dispositivos de sellado en ranuras de puertas y ventanas por las que pueda haber acceso a fuentes de calor (acción CLIM-01-MP); ya que, la implementación de la segunda depende de la implementación de la primera. Todas las acciones programadas en el Mediano Plazo tendrán las letras **MP** (Mediano Plazo) en su código. Se presenta en la siguiente tabla información detallada de las 10 acciones programadas para este intervalo de un año con 6 meses, con el motivo de facilitar la comprensión de su programación.

Tabla 4.221 Descripción de acciones correctivas programadas para el Mediano Plazo.

Nombre de acción correctiva	Código de acción correctiva	Cambio realizado por la acción	Costo por unidad de cambio
Cambio de iluminación en pasillos	ILU-01-MP	Cambiar todas las luminarias fluorescentes y resistivos por focos de tipo LED de todos los pasillos que componen los accesos a edificios y aulas de la UES-FMOcc, con unidad Bombillo led instalada (Bled)	Grado 1: \$ 27.25/Bled
Colocación de burletes y silicón en huecos de puertas y ventanas	CLIM-01-MP	Instalar dispositivos de sello en ranuras por las que pueda haber acceso a una fuente externa de calor en lugares donde se tenga equipo de climatización como aires acondicionados, en donde las unidades a utilizar dependen del tipo de burlete usado: metros de burlete tipo P (m-P), metro de burlete tipo R (m-R), metro de burlete tipo RE (m-RE), metros de Silicón (m-S)	Grado 1: \$ 0.37/m-P Grado 2: \$ 1.05/m-R Grado 3: \$ 9.00/m-RE Grado 4: \$ 1.05/m-P
Redistribución de unidades de aire acondicionado	CLIM-02-MP	Realizar cambios de espacio a climatizar de equipos de aire acondicionado según las exigencias de volumen de lugar y carga térmica de este, donde se tiene la unidad como Distribución de aire acondicionado (D-aa)	Grado 1: \$ 0.00/D-aa Grado 2: \$ 46.79/D-aa Grado 3: \$ 0.00/D-aa
Control de luces externas	CON-01-MP	Instalar sistemas de control automático en función al tiempo de energización de sistemas de iluminación de UES-FMOcc, con unidad circuito de iluminación externa (cle)	Grado 1: \$ 190.12/cle

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Montaje de circuito de control	CON-02-MP	Instalación de sistemas de control automático de encendido y restricción de tiempo de energización del sistema de eléctrico de aires acondicionados, con una unidad para la acción de circuito de control instalado (cci)	Grado 1: \$ 529.96/cci Grado 2: \$ 717.16/cci Grado 3: \$ 961.20/cci
Capacitación sobre uso eficiente del sistema de iluminación	PILU-01-MP	Realizar la gestión para capacitación de personal de UES-FMOcc enfocada en buenas prácticas en el uso del sistema de iluminación, enfocado a Docentes (Dct) y Estudiantes (Est)	Grado 1: \$ 2.25/Dct Grado 1: \$ 0.00/Est
Internalización del mantenimiento de aires acondicionados	PCLIM-01-MP	Realizar la gestión para realizar el mantenimiento del equipo de aires acondicionados mediante el desvío de fondos, reparaciones y mantenimiento preventivos de las unidad de mantenimiento de la UES-FMOcc, con unidades en (Pa)	Grado 1: \$ 1025.16/Pa
Capacitación sobre funcionamiento y uso del aire acondicionado	PCLIM-02-MP	Realizar la gestión para capacitación de personal de UES-FMOcc enfocada en buenas prácticas en el uso del sistema de climatización, enfocado a Docentes (Dct) y	Grado 1: \$ 0.75/UC + \$ 2.25/Dct
Campaña de concientización sobre ahorro de energía eléctrica	CULT-01-MP	Realizar las gestiones para realizar una campaña que concientice a la población estudiantil sobre el buen uso del recurso energético	Grado 1: \$ 7000/Pto
Campaña de concientización sobre ahorro de energía eléctrica	CULT-02-MP	Uso correcto de equipo electrónico instalado tanto de oficina, climatización, iluminación, entre otros.	Grado 1: \$ 3.00 + \$ 0.50

Fuente: Tablas 4.1 a 4.33 de este trabajo.

La segunda columna de la tabla anterior detalla el código de la acción correctiva, utilizado para un manejo eficiente y rápido de información; este código se compone de tres elementos: el primero describe los sistemas de iluminación (ILU), de climatización (CLIM), control (CON), cultura (CULT); el segundo elemento es una numeración correlativa, y el tercer elemento son las letras MP que significan que la acción se planifica para implementarse en el mediano plazo. La tercera columna detalla el cambio realizado por la acción, descrito de manera genérica para implementarse en los lugares necesarios. Y la última columna detalla el costo unitario de implementación, calculado según los materiales utilizados para aplicar la acción correctiva por unidad de cambio; por ejemplo: para la acción ILU-01-MP

“Cambio de luminaria actual por LED en pasillos” se detalla el costo de todos los materiales necesarios para cambiar luminaria fluorescente por focos tipo LED que es igual a \$27.25/Bled (Siendo Bled la unidad de cambio para un bombillo LED), lo que significa que deben invertirse \$27.25 dólares en materiales para el cambio de un foco LED. Es importante especificar que las unidades cambian según el tipo de acción correctiva.

La herramienta utilizada para programar las acciones correctivas de mediano plazo es el diagrama de GANTT, el cual se detalla en la siguiente tabla.

1	2	3	4	5	6	7															
						Año															
						2016						2017									
						Meses						Meses									
Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di				
Pasillo de economía nivel 1	I-C	ILU-01-MP	7Bled	\$27.25 /Bled	\$190.75																
Atula 10 (lado sur)	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																
Pasillo del auditorio Marta Pérez	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																
Pasillo de Biología	I-I		10Bled	\$27.25 /Bled	\$272.50																
Pasillo de entrada peatonal	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																

Figura 4.114.Descripción de programación de acciones de medio plazo.
Fuente: Propia

Se especifica entonces la información n presentada en la tabla según la numeración de las columnas de 1 al 8 en números rojos:

- 1) La primera columna detalla el área o zona donde se implementaran las acciones correctivas.
- 2) La segunda columna detalla el tipo de acción correctiva según la línea de acción del plan de ahorro de energía y según el sistema eléctrico que corrige. Se compone por dos letras; la primera detalla la línea de acción con las letras **T** (Tarifa eléctrica), **I** (Instalaciones eléctricas-electrónicas-estructurales), **P** (Procesos administrativos), y **C** (Cultura energética). La segunda letra detalla el tipo de sistema eléctrico que corrige, con las letras **I** (Sistema de Iluminación), **C** (Sistema de Climatización) y **E** (Sistema de ofimática). Combinando letras se obtienen los tipos de acciones correctivas, una combinación **I-I** significa que la acción pertenece a la línea de acción Instalaciones eléctricas-electrónicas y corrige el Sistema de Iluminación.

- 3) La columna tres especifica el código de la acción correctiva.
- 4) La columna cuatro indica la cantidad de cambios con la implementación de la acción correctiva un área específica. Así, si en un área se detalla la cantidad de 7 Bled para la acción ILU-01-MP “Cambio de luminaria actual por LED en pasillos” como en el pasillo de economía nivel 1, significa que después de la implementación de la acción serán siete las luminarias a cambiar (7Bled) en esa área.
- 5) La columna 5 especifica el costo unitario por acción, para el caso de la acción ILU-01-MP es el costo por el cambio de luminaria actual a luminaria LED.
- 6) La columna 6 muestra el costo de la acción implementada, el cual resulta de la multiplicación de la columna 4 (cantidad) con la columna 5 (costo unitario de la acción), siguiendo con el ejemplo: para el pasillo de economía nivel 1, el cual son 7 bombillos los que hay que cambiar, multiplicando la cantidad por el costo unitario, da como resultado \$190.75 para el área antes mencionada.
- 7) La columna 7 indica la duración programada de la acción, las cuales están programadas desde julio a diciembre del año 2016 y desde enero hasta diciembre del año 2017.

A continuación se presenta el programa de acciones correctivas para el medio plazo

Tabla 4.222 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 1 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																
						2016						2017										
						Meses						Meses										
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No
Toda la comunidad en la UES-FMOcc	C-E	CULT-01-MP	1 Pto	\$992.50/Pto	\$992.50	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Toda la comunidad en la UES-FMOcc	C-E	CULT-02-MP	272 Dct 8044 Est	\$3.00/Dct \$0.50/Est	\$4,770.00								■	■	■							
Toda la comunidad en la UES-FMOcc	P-I	PILU-01-MP	272 Dct 8044 Est	\$2.25/Dct \$0.00/Est	\$612.00									■	■	■	■					
Toda la comunidad en la UES-FMOcc	P-C	PCLIM-02-MP	272 Dct 18 UC	\$2.25/Dct \$0.75/UC	\$625.00											■	■	■	■	■	■	
Unidad de mantenimiento	P-C	PCLIM-01-MP	1 PA	\$1,025.16/PA	\$1,025.16			■	■													
Administración Académica	I-C	CLIM-01-MP	16.0 m-P	\$0.37/m-P	\$5.93				■													
			16.0 m-S	\$0.35/m-S	\$5.61				■													
			2.0 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00				■													
Administración Financiera y RRHH	I-C	CLIM-01-MP	9.8 m-P	\$0.37/m-P	\$3.62				■													
			9.8 m-S	\$0.35/m-S	\$3.42				■													
			2.0 m-RS	\$9.00/m-RS	\$18.00				■													
Laboratorio de investigación en Química	I-C	CLIM-01-MP	4.3 m-P	\$0.37/m-P	\$1.59				■													
			4.3 m-S	\$0.35/m-S	\$1.51				■													
			1.0 m-RS	\$9.00/m-RE	\$9.00				■													
Departamento de Economía	I-C	CLIM-01-MP	34.0 m-P	\$0.37/m-P	\$12.58				■													
			34.0 m-S	\$0.35/m-S	\$11.90				■													
			2.0 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00				■													
Centro de cómputo (primer nivel)	I-C	CLIM-01-MP	20.4 m-P	\$0.37/m-P	\$7.55				■													
			20.4 m-S	\$0.35/m-S	\$7.14				■													
			1.0 m-RS	\$9.00/m-RE	\$9.00				■													

Fuente: Propia

Tabla 4.223 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 2 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																		
						2016						2017												
						Meses						Meses												
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di	
Oficinas de Biblioteca	I-C	CLIM-01-MP	42.2 m-P	\$0.37/m-P	\$15.61																			
			42.2 m-S	\$0.35/m-S	\$14.77																			
			2 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00																			
Unidad de Servidores	I-C		6 m-P	\$0.37/m-P	\$2.22																			
			6 m-S	\$0.35/m-S	\$2.10																			
			1 m-RS	\$9.00/m-RE	\$9.00																			
Depto. Ingeniería (Jefatura)	I-C		26.4 m-P	\$0.37/m-P	\$9.77																			
			26.4 m-S	\$0.35/m-S	\$9.24																			
			1 m-RS	\$9.00/m-RE	\$9.00																			
Sala de conferencias (segundo nivel)	I-C		33.6 m-P	\$0.37/m-P	\$12.43																			
			33.6 m-S	\$0.35/m-S	\$11.76																			
			2 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00																			
Unidad de Hardware Ingeniería	I-C		57 m-P	\$0.37/m-P	\$21.09																			
			57 m-S	\$0.35/m-S	\$19.95																			
			2 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00																			
Laboratorio I de Idiomas	I-C		46.2 m-P	\$0.37/m-P	\$17.09																			
			46.2 m-S	\$0.35/m-S	\$16.17																			
			2 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00																			
Laboratorio II de Idiomas	I-C	16.8 m-P	\$0.37/m-P	\$6.22																				
		16.8 m-S	\$0.35/m-S	\$5.88																				
		1 m-RS	\$9.00/m-RE	\$9.00																				
Depto. Idiomas (jefatura)	I-C	26.4 m-P	\$0.37/m-P	\$9.77																				
		26.4 m-S	\$0.35/m-S	\$9.24																				
		2 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00																				
Sala de teleconferencias	I-C	63 m-P	\$0.37/m-P	\$23.31																				
		63 m-S	\$0.35/m-S	\$22.05																				
		3 m-RS	\$9.00/m-RE	\$27.00																				

Fuente: Propia

Tabla 4.224 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 3 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																		
						2016						2017												
						Meses						Meses												
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di	
Decanato	I-C	CLIM-01-MP	82.8 m-P	\$0.37/m-P	\$30.64																			
			82.2 m-S	\$0.35/m-S	\$28.77																			
			3 m-RS	\$9.00/m-RE	\$27.00																			
Depto. de Matemática	I-C		35.7 m-P	\$0.37/m-P	\$13.21																			
			35.7 m-S	\$0.35/m-S	\$12.50																			
			1 m-RS	\$9.00/m-RE	\$9.00																			
Depto. de Medicina (jefatura y sala)	I-C		29.4 m-P	\$0.37/m-P	\$10.88																			
			29.4 m-S	\$0.35/m-S	\$10.29																			
			3 m-RS	\$9.00/m-RE	\$27.00																			
Unidad de Proyección social	I-C		27.4 m-P	\$0.37/m-P	\$10.14																			
			27.4 m-S	\$0.35/m-S	\$9.59																			
				2 m-RS	\$9.00/m-RE	\$18.00																		
Centro de computo (primer nivel)	I-C	CLIM-02-MP	1 C-aa	\$5.63/C-aa	\$5.63																			
Oficinas de biblioteca	I-C		1 D-aa	\$0.00/D-aa	\$0.00																			
Laboratorio I de Idiomas	I-C		1 C-aa	\$5.63/C-aa																				
Decanato	I-C		1 D-aa	\$0.00/D-aa	\$0.00																			
Depto. Medicina (jefatura)	I-C		1 D-aa	\$0.00/D-aa	\$0.00																			
Pasillo de física	I-I		ILU-01-MP	3 Bled	\$27.25/Bled	\$81.75																		
Pasillo de Admón. Académica	I-I	11 Bled		\$27.25/Bled	\$299.75																			

Fuente: Propia

Tabla 4.225 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 4 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																							
						2016												2017											
						Meses												Meses											
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di						
Pasillo entre economía admón. académica	I-I	ILU-01-MP	2 Bled	\$27.25/Bled	\$54.50	■																							
Pasillo de economía nivel 2	I-I		7 Bled	\$27.25/Bled	\$190.75		■																						
Pasillo de Economía nivel 1	I-I		7 Bled	\$28.25/Bled	\$197.75		■																						
Aula 10 (lado sur)	I-I		1 Bled	\$29.25/Bled	\$29.25		■																						
Pasillo del auditorio Marta Pérez	I-I		1 Bled	\$27.25/Bled	\$27.25		■																						
Pasillo de Biología	I-I		10 Bled	\$27.25/Bled	\$272.50		■																						
Pasillo de entrada peatonal	I-I		1 Bled	\$27.25/Bled	\$27.25		■																						
Pasillo de entrada vehicular	I-I		2 Bled	\$27.25 /Bled	\$54.50		■																						
Caseta vehicular (vigilancia)	I-I		4 Bled	\$27.25 /Bled	\$109.00		■																						
Cafetines	I-I		8 Bled	\$27.25 /Bled	\$218.00		■																						
Quiosco	I-I		1 Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25		■																						
Edificio aulas N pasillos nivel 1	I-I		3 Bled	\$27.25 /Bled	\$81.75		■																						
Edificio aulas N pasillos nivel 7	I-I		7 Bled	\$27.25 /Bled	\$190.75		■																						

Fuente: Propia

Tabla 4.226 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 5 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																
						2016						2017										
						Meses						Meses										
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No
Edificio Aulas N lado sur	I-I	ILU-01-MP	2Bled	\$27.25 /Bled	\$54.50																	
Primer nivel Edificio de carreras múltiples	I-C	CON-02-MP/2	1cci	\$717.16 /cci	\$717.16																	
						Oficinas de biblioteca																
						Centro de cómputo																
Segundo nivel Edificio de carreras múltiples	I-C	CON-02-MP/3	1cci	\$961.2 /cci	\$961.2																	
Depto. de Ingeniería																						
Unidad de Hardware																						
Depto. de Idiomas																						
Lab. 1 de Idiomas																						
Lab. 2 de Idiomas																						
Sala de conferencias																						

Fuente: Propia

Tabla 4.227 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 6 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																				
						2016						2017														
						Meses						Meses														
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di			
Tercer nivel Edificio de carreras múltiples	I-C	CON-02-MP/3	1cci	\$961.2 /cci	\$961.2																					
						Conexione	Depto. de Matemáticas																			
						Sala de conferencias																				
Decanato																										
Edificio de Medicina	I-C	CON-02-MP/2	1cci	\$717.16 /cci	\$717.16																					
Conexione						Sala de docentes																				
Unidad de personal social																										
Decanato	I-C	CLIM-02-MP	1D-aa	\$0.00 /D-aa	\$0.00																					
Depto. de Medicina (Jefatura)	I-C		1D-aa	\$0.00 /D-aa	\$0.00																					
Pasillo de Física	I-I	ILU-01-MP	3Bled	\$27.25 /Bled	\$81.75																					
Pasillo de Admón. Académica	I-I		11Bled	\$27.25 /Bled	\$299.75																					
Pasillo entre economía admón. académica	I-I		2Bled	\$27.25 /Bled	\$54.50																					

Fuente: Propia

Tabla 4.228 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 7 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Año																															
						2016												2017																			
						Meses												Meses																			
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di														
Pasillo de economía nivel 2	I-I	ILU-01-MP	7Bled	\$27.25 /Bled	\$190.75																																
Pasillo de economía nivel 1	I-C		7Bled	\$27.25 /Bled	\$190.75																																
Aula 10 (lado sur)	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																																
Pasillo del auditorio Marta Pérez	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																																
Pasillo de Biología	I-I		10Bled	\$27.25 /Bled	\$272.50																																
Pasillo de entrada peatonal	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																																
Pasillo de entrada vehicular	I-I		2Bled	\$27.25 /Bled	\$54.50																																
Caseta vehicular (vigilancia)	I-I		4Bled	\$27.25 /Bled	\$109.00																																
Cafetines	I-I		8Bled	\$27.25 /Bled	\$218.00																																
Quiosco	I-I		1Bled	\$27.25 /Bled	\$27.25																																
Edificio aulas N pasillos nivel 1	I-I		3Bled	\$27.25 /Bled	\$81.75																																
Edificio aulas N pasillos nivel 7	I-I		7Bled	\$27.25 /Bled	\$190.75																																
Edificio aulas N lado sur	I-I		2Bled	\$27.25 /Bled	\$54.50																																

Fuente: Propia

Tabla 4.229 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 8 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Año																					
						2016						2017															
						Meses						Meses															
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di				
Primer nivel Edificio de carreras múltiples	I-C	CON-02-MP/2	1cci	\$717.16 /cci	\$717.16																						
Conexione						Oficinas de biblioteca																					
Centro de cómputo																											
Servidores																											
Segundo nivel Edificio de carreras múltiples	I-C	CON-02-MP/3	1cci	\$961.2 /cci	\$961.2																						
Oficinas administrativas	I-C	CON-02-MP/3	1 cci	\$961.2 /cci	\$961.2																						
Atención Estudiantil																											
Adm. Académica.																											
Jefatura Admon. Académica																											
Jefatura de R.H																											
Jefatura de Admon. Financiera																											

Fuente: Propia

Tabla 4.230 Programación de acciones en medio plazo. Tabla 9 de 9

Alcance (Área de implementación)	Tipo de acción	Código de la Acción Correctiva	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Año																					
						2016						2017															
						Meses						Meses															
						Jul	Ag	Se	Oct	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oct	No	Di				
Edificio de economía	I-C	CON-02-MP/2	1 cci	\$717.16 /cci	\$717.16																						
Conexiones						Pasillo 3 (Sala de docentes)																					
Cubículo 12																											
Lab. investigación de Química																											
Edificio de Biología	I-I	CON-01-MP	1 cle		\$281.36																						
Edificio de Oficinas Administrativas																											
Pasillo entre Economía y Adm. Académica																											
Transformador 1	I-I	CON-01-MP	1 cle		\$281.36																						
Banco de transformadores 3	I-I	CON-01-MP	1 cle		\$281.36																						
Transformador 4	I-I	CON-01-MP	1 cle		\$281.36																						
Banco de transformadores 2	I-I	CON-01-MP	1 cle		\$281.36																						

Fuente: Propia

4.6.3. Programación de acciones correctivas para el Largo Plazo

Para el Largo Plazo se planea implementar 6 acciones correctivas en la línea de acción 2: Instalaciones Eléctricas-Electrónicas y Estructurales. La programación de las acciones se distribuye en tres años, con una secuencia lógica de implementación; por ejemplo: primero se programa el cambio de iluminación LED (acción ILU-01-LP) luego se instalan contadores electrónicos en los edificios con mayor consumo eléctrico (acción TAR-02-LP); ya que, la implementación de la segunda depende de la implementación de la primera. Todas las acciones programadas en el Largo Plazo tendrán las letras **LP** (Largo Plazo) en su código. Se presenta en la siguiente tabla información detallada de las seis acciones programadas para este intervalo de tres años, con el motivo de facilitar la comprensión de su programación.

Tabla 4.231 Descripción de acciones correctivas programadas para el Largo Plazo.

Nombre de acción correctiva	Código de acción correctiva	Cambio realizado por la acción	Costo por unidad de cambio
Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED	ILU-01-LP	Sustitución de lámparas fluorescentes por lámparas tipo LED	Grado 1: \$9.99/tr
Sustitución de CPU por centros virtuales de trabajo	EQ-01-LP	Sustituir el equipo parte del equipo de cómputo por sistemas de virtualización de los centros de trabajo	Grado 1: \$ 438.95/pn Grado 2: \$ 598.95/pn
Sustitución de sistema de aire acondicionado	CLIM-01-LP	Reemplazar las unidades de aires acondicionados que se prevee que su vida útil llega a su límite o baja eficiencia	Grado 1: \$ 1975.60/ Grado 2: \$ Grado 3: \$
Instalación de sistema de renovación de aire	CLIM-02-LP	Instalar unidades para el mejoramiento de la calidad de aire dentro de oficinas y laboratorios	UE900: \$53564 UE300: \$17715 UI125: \$2794 UI100: \$2429 UI63: \$1809 UI32: \$1749
Instalación de banco de capacitores en la UES-FMOcc	TAR-01-LP	Realizar las gestiones pertinentes para la instalación de bancos de capacitores	No definido
Control de consumo eléctrico	TAR-02-LP	Instalación de contadores electrónicos en los diferentes edificios de la Facultad.	Grado 1: \$ 340.60/mi

Fuente: Tablas 4.1 a 4.33 de este trabajo.

La segunda columna de la tabla anterior detalla el código de la acción correctiva, utilizado para un manejo eficiente y rápido de información; este código se compone de tres elementos: el primero describe los sistemas de iluminación (ILU), de climatización (CLIM) y de equipo de oficina (EQ); el segundo elemento es una numeración correlativa, y el tercer

elemento son las letras LP que significan que la acción se planifica para implementarse en el largo plazo. La tercera columna detalla el cambio realizado por la acción, descrito de manera genérica para implementarse en los lugares necesarios. Y la última columna detalla el costo unitario de implementación, calculado según los materiales utilizados para aplicar la acción correctiva por unidad de cambio; por ejemplo: para la acción ILU-01-LP “Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED” se detalla el costo para realizar el cambio de lámpara que es igual a \$9.99/tr (Siendo tr la unidad por tubo reemplazado), lo que significa que deben invertirse \$9.99 dólares por tubo LED. Es importante especificar que las unidades cambian según el tipo de acción correctiva.

La herramienta utilizada para programar las acciones correctivas de largo plazo es el diagrama de GANTT, el cual se detalla en la siguiente tabla.

Alcance (Área de implementación)	Código de la Acción Correctiva	Tipo de acción	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	2017				2018				2019				2020			
						Trimestres				Trimestres				Trimestres				Trimestres			
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Edificio de Usos Múltiples	ILU-01-LP	I-I	711 tr	\$9.99 /tr	\$7,102.89																
Edificio de Medicina			963 tr	\$9.99 /tr	\$9,620.37																
Oficinas Administrativas			49 tr	\$9.99 /tr	\$489.51																
Edificio de Biología			70 tr	\$9.99 /tr	\$699.30																
Edificio de Economía			312 tr	\$9.99 /tr	\$3,116.88																
Edificio de Ciencias Jurídicas			95 tr	\$9.99 /tr	\$949.05																
Edificio "N"			243 tr	\$9.99 /tr	\$2,427.57																
Clinica dental			68 tr	\$9.99 /tr	\$679.32																
AGEFMO			3 tr	\$9.99 /tr	\$29.97																
Batería de Baños			8 tr	\$9.99 /tr	\$79.92																
Quiosco			2 tr	\$9.99 /tr	\$19.98																
Edificio Bunker			456 tr	\$9.99 /tr	\$4,555.44																
Taller Industrial			36 tr	\$9.99 /tr	\$359.64																
Taller de Mantenimiento			20 tr	\$9.99 /tr	\$199.80																
Instituto de estudio de Agua			208 tr	\$9.99 /tr	\$2,077.92																
Cafeterías de la facultad			24 tr	\$9.99 /tr	\$239.76																

Figura 4.115 Descripción de programación de acciones de largo plazo.

Fuente: Propia

Se especifica entonces la información presentada en la tabla según la numeración de las columnas de 1 al 8 en números rojos:

- 1) La primera columna detalla el área o zona donde se implementaran las acciones correctivas.
- 2) La segunda columna detalla el tipo de acción correctiva según la línea de acción del plan de ahorro de energía y según el sistema eléctrico que corrige. Se compone por dos letras; la primera detalla la línea de acción con las letras **T** (Tarifa eléctrica), **I** (Instalaciones eléctricas-electrónicas-estructurales), **P** (Procesos administrativos), y

C (Cultura energética). La segunda letra detalla el tipo de sistema eléctrico que corrige, con las letras **I** (Sistema de Iluminación), **C** (Sistema de Climatización) y **E** (Sistema de ofimática). Combinando letras se obtienen los tipos de acciones correctivas, una combinación **I-I** significa que la acción pertenece a la línea de acción **Instalaciones eléctricas-electrónicas** y corrige el Sistema de **Iluminación**.

- 3) La columna tres especifica el código de la acción correctiva.
- 4) La columna cuatro indica la cantidad de cambios con la implementación de la acción correctiva un área específica. Así, si en un área se detalla la cantidad de 3 tr para la acción ILU-01-LP “Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED” como en AGEFMO, significa que después de la implementación de la acción serán tres los tubos reemplazados (3tr) en esa área.
- 5) La columna 5 especifica el costo unitario por acción, para el caso de la acción ILU-01-LP es el costo por el cambio de luminaria actual a luminaria LED.
- 6) La columna 6 muestra el costo de la acción implementada, el cual resulta de la multiplicación de la columna 4 (cantidad) con la columna 5 (costo unitario de la acción), siguiendo con el ejemplo: para AGEFMO, el cual son 3 tubos los que hay que cambiar, multiplicando la cantidad por el costo unitario, da como resultado \$29.97 para el área antes mencionada.
- 7) La columna 7 indica la duración programada de la acción, las cuales están programadas desde el año 2018 hasta el año 2020.

A continuación se presenta el programa de acciones correctivas para el largo plazo.

Tabla 4.232 Programación de acciones en largo plazo. Tabla 1 de 3

Alcance (Área de implementación)	Código de la Acción Correctiva	Tipo de acción	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																	
						2017				2018				2019				2020					
						Trimestres				Trimestres				Trimestres				Trimestres					
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Edificio de Usos Múltiples	ILU-01-LP	I-I	711	tr	\$9.99 /tr	\$7,102.89																	
Edificio de Medicina			963	tr	\$9.99 /tr	\$9,620.37																	
Oficinas Administrativas			49	tr	\$9.99 /tr	\$489.51																	
Edificio de Biología			70	tr	\$9.99 /tr	\$699.30																	
Edificio de Economía			312	tr	\$9.99 /tr	\$3,116.88																	
Edificio de Ciencias Jurídicas			95	tr	\$9.99 /tr	\$949.05																	
Edificio "N"			243	tr	\$9.99 /tr	\$2,427.57																	
Clínica dental			68	tr	\$9.99 /tr	\$679.32																	
AGEFMO			3	tr	\$9.99 /tr	\$29.97																	
Batería de Baños			8	tr	\$9.99 /tr	\$79.92																	
Quiosco			2	tr	\$9.99 /tr	\$19.98																	
Edificio Bunker			456	tr	\$9.99 /tr	\$4,555.44																	
Taller Industrial			36	tr	\$9.99 /tr	\$359.64																	
Taller de Mantenimiento			20	tr	\$9.99 /tr	\$199.80																	
Instituto de estudio de Agua			208	tr	\$9.99 /tr	\$2,077.92																	
Cafeterías de la facultad			24	tr	\$9.99 /tr	\$239.76																	
Aula 2	ILU-01-LP	I-I	10	tr	\$9.99 /tr	\$99.90																	
Aula 3			48	tr	\$9.99 /tr	\$479.52																	
Aula 4			14	tr	\$9.99 /tr	\$139.86																	
Aula 5			14	tr	\$9.99 /tr	\$139.86																	
Aula 6			30	tr	\$9.99 /tr	\$299.70																	
Aula 7	ILU-01-LP	I-I	36	tr	\$9.99 /tr	\$359.64																	
Aula 8			40	tr	\$9.99 /tr	\$399.60																	
Aula 10			16	tr	\$9.99 /tr	\$159.84																	
Aula 11			48	tr	\$9.99 /tr	\$479.52																	
Aula 12			48	tr	\$9.99 /tr	\$479.52																	
Aula M			16	tr	\$9.99 /tr	\$159.84																	

Fuente: Propia

Tabla 4.233 Programación de acciones en largo plazo. Tabla 2 de 3

Alcance (Área de implementación)	Código de la Acción Correctiva	Tipo de acción	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																	
						2017				2018				2019				2020					
						Trimestres				Trimestres				Trimestres				Trimestres					
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Banco de Transformador n° 1	TAR-02-LP	T-E	1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Banco de Transformador n° 2			1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Banco de Transformador n° 3			1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Transformador n° 2			1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Transformador n° 3			1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Transformador n° 4			1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Transformador n° 5			1	mi	\$340.60 /mi	\$340.60																	
Edificio de Carreras Múltiples	Biblioteca	EQ-05-LP/2	2	pn	\$598.95 /pn	\$1,197.90																	
	Hemeroteca						1	pn	\$598.95 /pn	\$598.95													
	Centro de Computo 1° nivel	EQ-05-LP/1	I-E	5	pn	\$438.95 /pn	\$2,194.75																
	Centro de Computo Matemática	EQ-05-LP/1						I-E	4	pn	\$438.95 /pn	\$1,755.80											
Edificio de Medicina	Proyección Social (centro de cómputo)	EQ-05-LP/1	I-E	6	pn	\$438.95 /pn	\$2,633.70																
Edificio de Oficinas Administrativas	Administración Académica	CLIM-01-LP	I-C	1	UE300	\$17,715.00 /UE300	\$17,715.00																
	Administración Financiera y RR-HH			1	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																
	Administración Académica			1	UI125	\$2,794.00 /UI125	\$2,794.00																
	Administración Financiera y RR-HH			2	UI32	\$1,749.00 /UI32	\$3,498.00																

Fuente: Propia

Tabla 4.234 Programación de acciones en largo plazo. Tabla 3 de 3

Alcance (Área de implementación)	Código de la Acción Correctiva	Tipo de acción	Cantidad	Costo unitario de la acción	Costo de la acción	Años																				
						2017				2018				2019				2020								
						Trimestres				Trimestres				Trimestres				Trimestres								
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
E. de Economía y Química	CLIM-01-LP	I-C	1	UE300	\$17,715.00 /UE300	\$17,715.00																				
Lab. de Invest. de Química			1	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																				
Departamento de Economía	CLIM-01-LP	I-C	1	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																				
Edificio de Carreras Múltiples			1	UI100	\$2,429.00 /UI100	\$2,429.00																				
		2	UE900	\$53,564.00 /UE900	\$107,128.00																					
		I-C	1	UE300	\$17,715.00 /UE300	\$17,715.00																				
Centro de Computo (primer nivel)	1		UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																					
Oficinas de Biblioteca			1	UI100	\$2,429.00 /UI100	\$2,429.00																				
Unidad de Servidores			1	UI32	\$1,749.00 /UI32	\$1,749.00																				
Dep. de Ingeniería			1	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																				
Sala de Conferencias 2			1	UI100	\$2,429.00 /UI100	\$2,429.00																				
Unidad de Hardware Ingeniería		I-C	1	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																				
Lab. 1 de Idiomas	3		UI100	\$2,429.00 /UI100	\$7,287.00																					
Lab. 2 de Idiomas	2		UI125	\$2,794.00 /UI125	\$5,588.00																					
Dep. de Idiomas	1		UI100	\$2,429.00 /UI100	\$2,429.00																					
Sala de Teleconferencias	1		UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																					
Decanato			2	UI100	\$2,429.00 /UI100	\$4,858.00																				
			2	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$3,618.00																				
Depto. de Matemática			1	UI100	\$2,429.00 /UI100	\$2,429.00																				
			2	UI63	\$1,809.00 /UI63	\$3,618.00																				
			2	UI100	\$2,429.00 /UI100	\$4,858.00																				
Edificio de Medicina		I-C	1	UE300	\$17,715.00 /UE300	\$17,715.00																				
Depto. de Medicina	1		UI32	\$1,749.00 /UI32	\$1,749.00																					
	1		UI63	\$1,809.00 /UI63	\$1,809.00																					
	1		UI32	\$1,749.00 /UI32	\$1,749.00																					
Unidad de Proyección Social	2		UI100	\$2,429.00 /UI100	\$4,858.00																					

Fuente: Propia

4.7. Estimación de ahorro de energía eléctrica

Entre los fines principales que se desean alcanzar ante la propuesta y una posible implementación del plan de ahorro de energía eléctrica, es generar una muy marcada reducción en el consumo eléctrico demandado por la UES-FMOcc, mediante la aplicación de la serie de acciones correctivas programadas para los periodos de corto, mediano y largo plazo en base a los diagramas de Gantt, tomando como pilar de estos las líneas de acción: Administración de Tarifa Eléctrica, Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas – Estructurales, Administración de Procesos Administrativos y Administración de Cultura Eléctrica. La reducción esperada en el consumo de energía eléctrica “Ahorros estimados” es solo uno de los productos que se desean tener, además ligado a dichos ahorros se tiene el recurso dinero, donde también se tendría una disminución en los desembolsos mensuales que la UES-FMOcc haría en concepto de los servicios tarifarios. Otro de los fines de la propuesta del plan es la modernización de aspectos como equipo e infraestructuras de la Facultad, donde este beneficio podría ser gozado tanto por personal que labora en la UES-FMOcc y alumnado de la misma.

A lo largo del capítulo 4 del presente documento se ha evidenciado que la institución posee una gran cantidad de problemáticas ligados a factores humanos en cuanto a la forma de uso de algunos recursos de la Facultad, al deterioro de las instalaciones entre otros que hacen que el consumo de energía eléctrica se mantenga en niveles muy altos. Ante las problemáticas encontradas se diseñó una lista de acciones correctivas, donde se espera que cada una de ellas tenga una participación en el plan aportando a que los niveles del consumo eléctrico tiendan a la baja generando así los muy ansiados ahorros estimados.

Para cada una de las acciones correctivas que se han programado, se estima que muchas de ellas generaran ahorros en energía eléctrica no consumida, y otros de estos tienen función dar apoyo al mantenimiento de ahorros estimados, por lo que las estimaciones de los ahorros son de tipo teórico en base a criterios del grupo investigador y datos recopilados a lo largo del estudio realizado en las instalaciones de la UES-FMOcc. Debe recalcar que los ahorros generados no únicamente abarcan el tiempo de implementación de las acciones correctivas que es de aproximadamente 5 años, sino más bien se prevé que los resultados se seguirán viendo por 15 años más después de culminado las actividades programadas en los diagramas Gantt.

Los ahorros de energía eléctrica estimados se verán reflejados con respecto al tiempo, donde a medida que la implementación de las acciones correctivas se vayan realizando se tendrían disminuciones pequeñas hasta llegar a un punto donde el porcentaje de disminución se mantendrá constante, en tal medida se presentan los ahorros estimados para la propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica para la UES-FMOcc.

4.7.1. Estimación de ahorro de energía eléctrica en el corto plazo

En torno al periodo de corto plazo, es donde se ve mayor participación de las acciones correctivas enfocadas a potencializar mejoras en las instalaciones de la UES-FMOcc, dando pie lo establecido en la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas – Estructurales, teniendo de esta manera condiciones en las que el entorno donde se desenvuelven las actividades realizadas en la institución sean las adecuadas para propiciar la disminución de desperdicios de energía eléctrica.

Para el periodo de corto plazo, las actividades programadas se tienen en tres aspectos como lo es mejorar los sistemas de Iluminación, Equipo de ofimática y Climatización, por lo que se presentan las estimaciones de los ahorros generados en estos tres sistemas.

4.7.1.1. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas y Estructurales en el mediano plazo

Se presentan las acciones correctivas programadas en el mediano plazo, enfocadas a la generación de ahorros de energía eléctrica mediante la modificación física de los sistemas **individuales** de Iluminación Climatización y Equipo de Ofimática:

4.7.1.1.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación

Los ahorros de energía eléctrica en el periodo del corto plazo para el Sistema de Iluminación comprende aquellos que una o más acciones correctivas aportan a que pueda obtenerse una disminución del consumo, siendo esto mediante la modificación de las condiciones de iluminación interna y externa además de potencializar el uso de iluminación natural en espacios de la UES-FMOcc. Se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Iluminación en el corto plazo.

4.7.1.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-01-CP, ILU-02-CP, ILU-03-CP.

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- ILU-01-CP: Sectorización de circuitos de luminarias.
- ILU-02-CP: Montaje de apagadores.
- ILU-03-CP: Distribución de luminarias.

El conjunto de acciones correctivas de corto plazo presentadas, están enfocadas a obtener de ellas una disminución en el consumo de ahorro de energía eléctrica ante su implementación. Cada una de las acciones correctivas tiene como objetivo aportar al ahorro, la acción ILU-01-CP consiste en hacer una separación de los circuitos que son comunes entre dos o más espacios, mediante un rediseño del cableado del sistema de iluminación interna que posee problemáticas de falta de individualidad en sus cargas instaladas, la acción correctiva ILU-02-CP tiene como fin el montaje de nuevos apagadores en los casos que se necesita separar un circuito eléctrico, además la acción correctiva ILU-03-CP aporta a la obtención de luminarias bien situadas.

Con la implementación de estas acciones correctivas programadas para el corto plazo, se pretende que se logre una reducción en el consumo de energía eléctrica por parte del sistema de iluminación como producto de tener individualizado el control de encendido y apagado de cargas eléctricas. El punto medular del ahorro percibido, es que a raíz de los cambios propuestos es posible que se utilice únicamente la cantidad necesaria de luminarias, reduciendo así el desperdicio de energía eléctrica producto de compartir por dos o más usuarios un mismo control, también sería posible la reducción del desperdicio de energía eléctrica por poseer una mala distribución de luminarias tanto en su posición física, como en su conexión eléctrica que dan pie a iluminar zonas que no son utilizadas, es por tal motivo que se considera el ahorro por reparar dichos problemas.

El cálculo del ahorro producto de las acciones correctivas antes mencionadas para el mejoramiento del sistema de iluminación interna está dividida en dos grandes partes, ya que se tienen áreas en las que el uso de las luminarias es fija como es el caso de cubículos y oficinas, mientras que espacios como aulas y laboratorios es fluctuante, por lo que en función

a esto y a los datos recabados por observación directa, se establece cantidad de horas estándar y el uso de aulas dependerá de la cantidad de alumnos.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-CP, ILU-02-CP y ILU-03-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Poseer circuitos independientes genera ahorros porque el usuario enciende únicamente las luminarias deseadas y que requiere como necesarias.
- Poseer luminarias bien ubicadas es considerado como ahorro, pues se evita iluminar espacio que no lo requieren.

El cálculo del ahorro estimado producto de la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-CP, ILU-02-CP y ILU-03-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos calculados en el caso de consumos que se contemplan como constantes.

Tabla 4.235 Especificación de columnas en ahorro por consumo constante.

1	2	3	4	5	6	7	8
Edificio	Área	Circuito anulado	Zona	Consumo	Carga instalada	Horas de uso	Ahorro estimado
Edificio de Economía	Departamento de Física	\$a	Cubículo 1	0.192	0.064	3	0.45
			Cubículo 2	0.096	0.032	3	0.22

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Esta columna contiene el nombre del edificio del cual se realiza el análisis del ahorro a calcular.
- 2) Área: Esta columna contiene el nombre del área del edificio el cual se realiza el análisis del ahorro a calcular.
- 3) Circuito anulado: Es el nombre del circuito que por motivo de la implementación de las acciones correctivas es anulado.
- 4) Zona: Esta columna contiene el nombre de la zona del edificio el cual se realiza el análisis del ahorro a calcular.
- 5) Consumo: Es el consumo percibido por las luminarias instaladas en la zona en análisis.
- 6) Carga instalada: Es la carga instalada por las luminarias instaladas en la zona en análisis.

- 7) Horas de uso: Esta columna contiene la cantidad de horas que es estimado que se tendría en uso una cantidad de carga por luminarias instalada. Dichas horas son obtenidas de observación directa y por medio de consulta a los mismos docentes que hacen uso de los cubículos, donde se ve diferencia sustancial entre edificios y docentes de diferentes carreras.
- 8) Ahorro estimado: Es el ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva ILU-01-CP, ILU-02-CP y ILU-03-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática para el caso de consumo constante.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo} - (\text{Carga instalada}) * (\text{Horas de uso})$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el cubículo 1 del Departamento de Física UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = 0.192 \text{ KWh} - (0.064 \text{ KW}) * (3 \text{ h})$$

$$\text{Ahorro estimado} = 0.45 \text{ KWh}$$

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-CP, ILU-02-CP y ILU-03-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados en el caso de consumos que se contemplan como fluctuante.

Tabla 4.236 Especificación de columnas en ahorro por consumo fluctuante.

1	2	3	4	5	6	7	8
Edificio	Aula	Carga instalada	Capacidad de alumnos	Prom. alumnos mañana	% Ocupado de aula mañana	Prom. alumnos tarde	% Ocupado de aula tarde
Aulas Externas	Aula 6	0.96	90	86	95.56%	62	68.89%

9	10	11	12	13	14
Mañana			Tarde		
Consumo mañana	Consumo por % mañana	Ahorro estimado mañana	Consumo tarde	Consumo por % tarde	Ahorro estimado tarde
2.88	2.75	0.13	3.46	2.65	0.81

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Es el nombre del edificio en análisis en el ahorro.

- 2) Aula: El nombre específico del aula en análisis.
- 3) Carga instalada: Es la carga instalada de luminarias en KW del aula en análisis.
- 4) Capacidad de alumnos: Es en número de alumnos que el aula es capaz de contener.
- 5) Prom. Alumnos mañana: Es el número promedio de alumnos que utilizan el aula por la mañana. Dato obtenido del historial proporcionado por el Jefe de Administración Académica.
- 6) % Ocupado de aula en mañana: Es el dato del porcentaje de ocupación del aula en cuestión que es igual a Prom. “Alumnos mañana / Capacidad de alumnos”
- 7) Prom. Alumnos tarde: Es el número promedio de alumnos que utilizan el aula por la tarde. Dato obtenido del historial proporcionado por el Jefe de Administración Académica.
- 8) % Ocupado de aula en tarde: Es el dato del porcentaje de ocupación del aula en cuestión que es igual a Prom. “Alumnos tarde / Capacidad de alumnos”
- 9) Consumo mañana: Es el dato del consumo que se tiene en el aula por horas de la mañana, donde dicho dato se obtiene de las tablas de consumo eléctrico por iluminación en el capítulo 3.
- 10) Consumo por % mañana: Este es el dato del consumo que se esperaría después de la implementación de las acciones correctivas.
- 11) Ahorro estimado mañana: Es el valor del ahorro esperado por implementar las acciones correctivas en horas de la mañana.
- 12) Consumo tarde: Es el dato del consumo que se tiene en el aula por horas de la tarde, donde dicho dato se obtiene de las tablas de consumo eléctrico por iluminación en el capítulo 3.
- 13) Consumo por % tarde: Este es el dato del consumo que se esperaría después de la implementación de las acciones correctivas.
- 14) Ahorro estimado tarde: Es el valor del ahorro esperado por implementar las acciones correctivas en horas de la tarde.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva ILU-01-CP, ILU-02-CP y ILU-03-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática para el caso de consumo fluctuante.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo} - \text{Consumo por } \%$$

Consumo por % = Consumo * Prom. Alumnos / Capacidad alumnos

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el aula 6 de la UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = 2.88 \text{ KWh} - (2.88 \text{ KWh}) * (86 \text{ alum.} / 90 \text{ alum.})$$

$$\text{Ahorro estimado} = 0.13 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de las acciones correctivas ILU-01-CP, ILU-02-CP, ILU-03-CP.

Tabla 4.237 Ahorro estimado en consumo constante por ILU-01-CP, ILU-02-CP e ILU-03-CP.

Edificio	Área	Circuito anulado	Zona	Consumo	Potencia instalada	Horas de uso	Ahorro estimado
Edificio de Economía	Departamento de Física	\$a	Cubículo 1	0.192	0.064	3	0.45
			Cubículo 2	0.096	0.032	3	0.22
		\$c	Pasillo 1	0.192	0.064	3	0.45
			Cubículo 3	0.288	0.096	3	0.99
	Cubículos 4 y 5	\$d	Cubículo 4	0.192	0.064	3	0.51
			Cubículo 5	0.288	0.096	3	0.77
	Departamento de Química	\$k	Cubículo 1 secretaria	0.096	0.032	3	0.28
			Cubículo 6	0.192	0.064	3	0.58
			Cubículo 7	0.096	0.032	3	0.28
			Cubículo 8	0.192	0.064	3	0.58
			Cubículo 9	0.096	0.032	3	0.28
			Cubículo 10	0.096	0.032	3	0.28
Edificio de Economía	Departamento de Ciencia Económica	\$l	Cubículo 2 secretaria	0.192	0.064	3	0.58
			Cubículo 11	0.288	0.096	3	1.25
			Cubículo 12	0.192	0.064	3	0.58
			Cubículo 13	0.096	0.032	3	0.28
			Cubículo 18	0.096	0.032	3	0.28
			Pasillo 3	0.096	0.032	3	0.67
		\$m	Pasillo 3	0.288	0.096	3	1.25
			Cubículo 14	0.096	0.032	3	0.28
			Cubículo 15	0.096	0.032	3	0.28
			Cubículo 16	0.096	0.032	3	0.28
Edificio de Biología	Departamento de Biología	\$h	Cubículo 1	0.45	0.032		0.45
			Cubículo 2	0.45	0.032	3	0.35
			Cubículo 5	0.45	0.032	3	0.35
			Cubículo 6	0.45	0.032	3	0.35
		\$i	Cubículo 3	0.45	0.032	3	0.35
			Cubículo 4	0.45	0.032	3	0.35
			Cubículo 7	0.45	0.032	3	0.35
			Cubículo 8	0.45	0.032	3	0.35

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Edificio de Oficinas Administrativas	Administración Académica	\$e	Pasillo 1	0.51	0.032	8	0.25
			Administración Académica	1.54	0.096	8	0.77
		\$f	Administración Académica	1.02	0.064	8	0.51
			Jefatura de Académica	0.51	0.032	3	0.41
	Departamento de Letras	\$g	Pasillo 2	0.51	0.064		0.51
			Cubículo 1	0.48	0.032	4	0.35
		\$h	Cubículo 1	0.48	0.032	4	0.35
			Cubículo 2	0.48	0.032	4	0.35
			Pasillo 3	0.48	0.032		0.48
			Cubículo 4	0.96	0.064	4	0.70
Edificio de Ciencias Jurídicas	Edificio de Ciencias Jurídicas	\$e	Pasillo 3	0.58	0.064	4	0.32
			Cubículo 6	0.58	0.064	4	0.32
		\$l	Cubículo 5	0.13	0.064	4	-0.13
			Cubículo 6	0.13	0.064	4	-0.13
		\$c	Pasillo 5	0.64	0.064	4	0.38
			Pasillo 6	0.64	0.064	4	0.38
	\$f	Zona 2	0.29	0.064	4	0.03	
		Zona 3	0.29	0.064	4	0.03	
		Zona 4	0.29	0.064	4	0.03	
		\$g	Zona 1	0.59	0.064	4	0.33
Zona 2	0.59		0.064	4	0.33		
Medicina	Sala de docentes de Medicina	\$rr	Área de lavado	0.29	0.032		0.29
			Cubículo 1	0.29	0.032	2	0.23
			Cubículo 2	0.29	0.032	2	0.23
			Cubículo 3	0.29	0.032	2	0.23
			Cubículo 4	0.29	0.032	2	0.23
		\$tt	Pasillo	0.29	0.032		0.29
			Cubículo 6	0.29	0.032	2	0.23
			Cubículo 7	0.29	0.032	2	0.23
			Cubículo 8	0.29	0.032	2	0.23
			Cubículo 9	0.29	0.032	2	0.23
Carreras Múltiples	Departament o de Idiomas	\$j	Cubículo 1	0.64	0.096	3.5	0.30
			Cubículo 2	0.93	0.096	3.5	0.59
			Cubículo 3	1.22	0.096	3.5	0.88
		\$k	Cubículo 4	0.64	0.096	3.5	0.30
			Cubículo 6	0.64	0.096	3.5	0.30
		\$l	Cubículo 9	0.96	0.096	3.5	0.62
			Cubículo 10	0.96	0.096	3.5	0.62
		\$m	Cubículo 7	0.96	0.096	3.5	0.62
			Cubículo 8	0.96	0.096	3.5	0.62
			Cubículo 11	0.96	0.096	3.5	0.62
		\$n	Cubículo 5	0.64	0.096	3.5	0.30
			Cubículo 12	0.64	0.096	3.5	0.30
	Departament o de Ing. Y Arq.		\$z	Biblioteca	0.72	0.096	3.5
		Cubículo 3		0.72	0.096	3.5	0.38
		Cubículo 9		0.72	0.096	3.5	0.38
		\$aa	Biblioteca	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 4	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$bb	Cubículo 10	0.72	0.096	3.5	0.38
Cubículo 15	0.72		0.096	3.5	0.38		
\$cc	Cubículo 11	0.72	0.096	3.5	0.38		
	Cubículo 14	0.72	0.096	3.5	0.38		

Sigue en siguiente página

Carreras Múltiples	Departamento de Ing. Y Arq.	\$dd	Cubículo 1	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 5	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$ee	Cubículo 2	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 6	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$ff	Cubículo 12	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 13	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$gg	Cubículo 8	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 18	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$hh	Cubículo 7	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 24	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$ii	Cubículo 17	1.44	0.096	3.5	1.10
			Cubículo 16	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$jj	Cubículo 21	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$kk	Cubículo 22	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 23	0.72	0.096	3.5	0.38
		\$ll	Cubículo 20	0.72	0.096	3.5	0.38
			Cubículo 19	0.72	0.096	3.5	0.38
		Departamento de Matemáticas	\$h	Sala de docentes	1.08	0.096	3.5
	Cubículo 13			0.54	0.096	3.5	0.20
	\$j		Cubículo 7	0.54	0.096	3.5	0.20
			Cubículo 10	0.54	0.096	3.5	0.20
	\$k		Cubículo 6	0.54	0.096	3.5	0.20
			Cubículo 11	0.54	0.096	3.5	0.20
	\$l		Cubículo 5	0.54	0.096	3.5	0.20
			Cubículo 12	0.54	0.096	3.5	0.20
	\$m		Cubículo 8	0.54	0.096	3.5	0.20
			Cubículo 9	0.54	0.096	3.5	0.20
	\$n		Cubículo 2	0.54	0.096	3.5	0.20
			Cubículo 3	0.54	0.096	3.5	0.20
	\$p		Cubículo 1	0.35	0.096	3.5	0.01
			Cubículo 4	0.35	0.096	3.5	0.01
	Departamento de Ciencias Sociales	\$r	Cubículo 18	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 25	0.67	0.096	3.5	0.33
		\$u	Cubículo 1	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 2	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 9	0.67	0.096	3.5	0.33
		\$v	Cubículo 10	1.34	0.096	3.5	1.00
			Cubículo 17	0.67	0.096	3.5	0.33
		\$w	Cubículo 6	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 7	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 8	0.67	0.096	3.5	0.33
		\$x	Cubículo 14	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 15	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 16	0.67	0.096	3.5	0.33
		\$y	Cubículo 11	0.67	0.096	3.5	0.33
			Cubículo 12	0.67	0.096	3.5	0.33
Cubículo 13			0.67	0.096	3.5	0.33	
\$z		Biblioteca	0.67	0.096	3.5	0.33	
		Cubículo 3	0.67	0.096	3.5	0.33	
		Cubículo 9	0.67	0.096	3.5	0.33	
\$aa		Cubículo 19	0.67	0.096	3.5	0.33	
		Cubículo 20	0.67	0.096	3.5	0.33	
		Cubículo 21	0.67	0.096	3.5	0.33	
\$cc	Cubículo 22	0.67	0.096	3.5	0.33		
	Cubículo 23	0.67	0.096	3.5	0.33		
	Cubículo 24	0.67	0.096	3.5	0.33		
53.90							

Tabla 4.238. Ahorro estimado en consumo fluctuante por ILU-01-CP, ILU-02-CP e ILU-03-CP.

Edificio	Aula	Carga instalada	Capacidad de alumnos	Prom. alumnos mañana	% Ocupado de aula mañana	Prom. alumnos tarde	% Ocupado de aula tarde	Mañana			Tarde			
								Consumo mañana	Consumo por % mañana	Ahorro estimado mañana	Consumo tarde	Consumo por % tarde	Ahorro estimado tarde	
Aulas Externas	Aula 2	0.16												
	Aula 3	1.536	120	83	69.17%	78	65.00%	3.97	2.72	1.25	2.05	2	0.05	
	Aula 4	0.448	70	64	91.43%	55	78.57%	1.79	1.64	0.15	1.34	1.06	0.29	
	Aula 5	0.448	70	41	58.57%	43	61.43%	1.34	0.79	0.56	0.64	0.55	0.09	
	Aula 6	0.96	90	86	95.56%	62	68.89%	2.88	2.75	0.13	3.46	2.65	0.81	
	Aula 7	1.15	110	95	86.36%	67	60.91%	3.46	2.98	0.47	4.6	2.8	1.8	
	Aula 8	1.28	70	66	94.29%	53	75.71%	4.48	4.22	0.26	5.12	3.88	1.24	
	Aula 10	0.512	65	52	80.00%	47	72.31%	2.05	2.05	0	1.28	1.48		
	Aula 11	1.54	80	68	85.00%	45	56.25%	2.3	5.22		3.46	2.6	0.86	
Aula 12	1.54	80	68	85.00%	49	61.25%	2.3	6.53		3.46	2.82	0.63		
Aula M3	0.512	60	56	93.33%	38	63.33%	1.15	1.43		1.54	1.3	0.24		
Edificio de Medicina	Aula S1A	1.44	90	79	87.78%	62	68.89%	7.92	3.17	4.75	6.48	4.46	2.02	
	Aula S1B	2.4	90	46	51.11%	62	68.89%	14.4	7.36	7.04	10.8	7.44	3.36	
	Aula S1C	2.4	90	85	94.44%	55	61.11%	13.2	12.47	0.73	10.8	6.6	4.2	
	Aula S2A	0.864	50	30	60.00%	32	64.00%	2.59	1.56	1.04	2.59	1.66	0.93	
	Aula S2B	0.864	50	28	56.00%	31	62.00%	2.59	1.45	1.14	2.59	1.61	0.98	
	Aula S2C	0.864	50	21	42.00%	34	68.00%	2.59	1.09	1.5	2.59	1.76	0.83	
	Aula S2D	0.864	60	22	36.67%	45	75.00%	2.59	0.95	1.64	2.59	1.94	0.65	
	Aula S2E	0.864	60	33	55.00%	47	78.33%	2.59	1.43	1.17	2.59	2.03	0.56	
	Aula S2F	1.152	80	47	58.75%	79	98.75%	5.76	3.38	2.38	5.18	5.12	0.06	
Edificio Aulas N	Aula N-2	0.864	50	29	58.00%	40	80.00%	2.07	1.2	0.87	2.42	1.94	0.48	
	Aula N-1	1.728	105	60	57.14%	46	43.81%	4.15	2.37	1.78	4.84	2.12	2.72	
	Aula N-3	1.15	50	23	46.00%	38	76.00%	2.76	1.27	1.49	3.23	2.45	0.77	
	Aula N-4	1.15	50	20	40.00%	22	44.00%	2.76	1.11	1.66	3.23	1.42	1.81	
	Aula N-5	2.02	105	36	34.29%	32	30.48%	4.84	1.66	3.18	5.64	1.72	3.92	
										32.19			29.3	

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de las acciones correctivas ILU-01-CP, ILU-02-CP, ILU-03-CP programadas a corto plazo es **115.39 kwh/día**.

4.7.1.1.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-04-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **ILU-04-CP:** Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED.

Una de las propuestas de acciones correctivas programadas a corto plazo es la sustitución de tubos de luminarias tipo fluorescente y potencia de estas de 32 watts, por tubos tipo LED de una potencia de 18 watts y especificaciones de iluminación similares pero con un consumo de un 44% menos que las convencionales, esto en torno a la línea de acción de mejoramiento de las instalaciones de la UES-FMOcc.

El ahorro estimado al implementar la acción correctiva ILU-04-CP se basa en la reducción de la potencia de la carga instalada en el sistema de iluminación interna, ya que se estaría trabajando a 56% de la potencia con respecto a lo que actualmente se hace. Sumado al ahorro planteado tendrían beneficios adicionales como disminución en la temperatura del espacio y mejoras en los niveles de iluminación. La presente acción correctiva programada para el corto plazo prioriza la implementación en espacios que cumplen características que requiere que las luminarias deban estar encendidas largos periodos por motivos de bajos niveles de iluminación y lugares climatizados.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva ILU-04-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Tomando que la energía eléctrica consumida es la multiplicación de una potencia por la cantidad de horas que esta es usada.
- La disminución de la potencia incide directamente en la disminución del consumo de energía eléctrica consumida.
- Los dispositivos de iluminación en base a tecnología LED presentan ventajas de poseer baja potencia, con un flujo lumínico de características similares a la de una fuente convencional.

- El ahorro en consumo de energía eléctrica se verá reflejada durante la larga vida útil que poseen los dispositivos de iluminación LED que es de aproximadamente 50,000 horas.
- Los dispositivos de iluminación LED tienden a generar una baja potencia reactiva propiciando a mantener un factor de potencia de aproximadamente 0.95.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva ILU-04-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.239. Especificación de columnas en ahorro por ILU-04-CP.

1 Edificio	2 Área/ Zona	3 Consumo e n KWH al día			6 Ahorro estimado
		4 Tubo fluorescente	5 Multiplicador	6 Tubo LED	
Edificio de Economía	Laboratorio de investigación de Química	0.90	18/32	0.51	0.39
	Departamento de Ciencias Económicas	3.07	18/32	1.73	1.34

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Es la columna que corresponde al edificio a analizar en cuanto al ahorro esperado por la implementación de la acción correctiva.
- 2) Área/ zona: Indica el espacio puntual en donde se pretende realizar la acción correctiva según la programación de los diagramas Gantt de corto plazo.
- 3) Tubo fluorescente: Es el dato del consumo en KWh que en promedio tendría el espacio puntual del edificio en análisis.
- 4) Multiplicador: Es el dato multiplicador por el cual se tendría en disminución el consumo por el uso de tubos de tecnología LED. Este factor multiplicativo es la constante producto de la división de las potencias de los dos dispositivos a comparar **“Multiplicador = 18 W LED/ 32 W FLUORESCENTE”**
- 5) Tubo LED: Es el valor que tendría en consumo de energía eléctrica el espacio en análisis al tener un cambio en la carga instala por luminarias de una potencia de 18 W.
- 6) Ahorro estimado: Es el valor estimado del ahorro teórico que se tendría al implementar la acción correctiva ILU-04-CP.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas es en base a la siguiente formula.

Ahorro estimado = Tubo Fluorescente – Tubo LED

Tubo LED = Multiplicador * Tubo Fluorescente

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el Laboratorio de investigación de Química de la UES-FMOcc.

Ahorro estimado = (0.9 KWh) – (18/32) * (0.9)

Ahorro estimado = 0.39 KWh

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva ILU-04-CP.

Tabla 4.240. Ahorro estimado para la acción ILU-04-CP.

Edificio	Area/ Zona		Consumo en KWh al día			Ahorro Estimado
			Tubo fluorescente	Multiplicador	Tubo LED	
Edificio de Economía	Laboratorio de investigación de Química		0.90	18/32	0.51	0.39
	Departamento de Ciencias Económicas		3.07	18/32	1.73	1.34
Edificio de Oficinas Administrativas	Atención Estudiantil		2.04	18/32	1.15	0.89
	Administración Académica		3.07	18/32	1.73	1.34
	Jefatura Admon. Financiera		1.02	18/32	0.57	0.45
Edificio de Oficinas Administrativas	Jefatura de Recursos Humanos		0.96	18/32	0.54	0.42
Primer nivel Edificio Carreras Múltiples	Jefatura de biblioteca		3.07	18/32	1.73	1.34
	Secretaría Biblioteca		2.3	18/32	1.29	1.01
	Selección y Catalogación		6.14	18/32	3.45	2.69
	Centro de computo		5.37	18/32	3.02	2.35
	Servidores (Unidad de Redes)		5.18	18/32	2.91	2.27
Segundo nivel Edificio Carreras Múltiples	Departamento de Ing. Y ARQ.	Jefatura	1.06	18/32	0.6	0.46
		Secretaria	1.54	18/32	0.87	0.67
		Sala de docentes	2.88	18/32	1.62	1.26
	Centro de computo de ingeniería		3.63	18/32	2.04	1.59
	Laboratorio de Hardware		5.76	18/32	3.24	2.52
	Mantenimiento de Computo Ing.		1.92	18/32	1.08	0.84
	Departamento de Idiomas	Jefatura	1.54	18/32	0.87	0.67
		Secretaria	1.54	18/32	0.87	0.67
		Sala de docentes	2.57	18/32	1.45	1.12
	Laboratorio 1 de Idiomas		5.18	18/32	2.91	2.27
	Laboratorio 2 de Idiomas		4.95	18/32	2.78	2.17
	Sala de conferencias		1.54	18/32	0.87	0.67
	Tercer nivel Edificio Carreras Múltiples	Departamento de Matemática		8.93	18/32	5.02
Sala de conferencias		3.68	18/32	2.07	1.61	
Decanato		5.14	18/32	2.89	2.25	
Sala de conferencia Decanato		1.69	18/32	0.95	0.74	
Edificio de Medicina	Departamento de Medicina		12.29	18/32	6.91	5.38
	Unidad de Personal medicina		3.08	18/32	1.73	1.35
						44.64

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva ILU-04-CP programada a corto plazo es **44.64 kwh/día**.

4.7.1.1.1.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-06-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **ILU-06-CP:** Cambio de iluminación externa por LED.

Entre las propuestas planteadas para mejorar las condiciones del sistema de iluminación, se tiene en cuentas realizar modificaciones en carga instalada de las luminarias externas usadas en espacios comunes como parqueos, pasillos en intemperie. La acción correctiva ILU-06-CP se basa en hacer la sustitución a focos de tecnología LED, ya que con dicha sustitución se percibirían ahorros en consumo por bajar la cantidad de carga instalada, además de aportar a la disminución del factor de potencia.

El ahorro principal que podría aportar la implementación de la acción ILU-06-CP, es que al tener una disminución en la carga eléctrica instalada, el consumo de energía también se ve disminuido. Ya que la tecnología LED en sistemas de iluminación se basa en proporcionar condiciones de iluminación similares a las que podrían brindar las fuentes convencionales, con la diferencia que su potencia de trabajo es mucho menor, además de poseer una vida útil mayor los dispositivos como focos y lámparas LED que de otro tipo.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva ILU-06-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Tomando que la energía eléctrica consumida es multiplicación de una potencia por la cantidad de horas que esta es usada.
- La disminución de la potencia incide directamente en la disminución del consumo de energía eléctrica consumida.
- Los dispositivos de iluminación en base a tecnología LED presentan ventajas de poseer baja potencia, con un flujo lumínico de características similares a la de una fuente convencional.

- El ahorro en consumo de energía eléctrica se verá reflejada durante la larga vida útil que poseen los dispositivos de iluminación LED que es de aproximadamente 50,000 horas.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva ILU-06-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.241. Especificación de columnas en ahorro por ILU-06-CP.

1 Tipo	2 Potencia en W	3 Cant. Focos	4 Horas de uso		6 Consumo en KWh	7 Multiplicador	8 Consumo LED	9 Ahorro estimado
			Tarifa	Cantidad horas				
Mercurio Nevado	175	6	Resto	0.5	0.53	36/175	0.11	0.42
			Punta	3	3.15	36/175	0.65	2.50

Fuente: Propia

- 1) Tipo: Es la columna correspondiente al tipo de foco instalado como fuente de iluminación en los postes de ubicados en el interior de la UES-FMOcc.
- 2) Potencia en W: Es la potencia a la que funcionan los dispositivos de iluminación.
- 3) Cant. Focos: Es la cantidad de focos del tipo especificado en la columna 1.
- 4) Tarifa: Es la columna que especifica en qué tiempo tarifario tiene actividad de uso la cantidad de focos evaluados.
- 5) Cantidad horas: Corresponde los datos del tiempo que pasa encendido los focos evaluados en la tarifa.
- 6) Consumo en KWh: Es el consumo de energía eléctrica percibida por la cantidad de focos evaluados según la cantidad de tiempo que pasan encendidos.
- 7) Multiplicador: Es el dato multiplicador por el cual se tendría en disminución el consumo por el uso de tubos de tecnología LED. Este factor multiplicativo es la constante que producto de le división de las potencias de los dos dispositivos a comparar, ejemplo de ello sería un multiplicador para el foco de Mercurio “**Multiplicador = 36 W LED/ 175 W MERCURIO**”
- 8) Ahorro estimado: Es el valor estimado del ahorro teórico que se tendría al implementar la acción correctiva ILU-06-CP.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas es en base a la siguiente formula.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo en KWh} - \text{Consumo LED}$$

$$\text{Consumo LED} = \text{Multiplicador} * \text{Consumo en KWh}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado por cambios de focos de Mercurio Nevado en el resto UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = (0.53 \text{ KWh}) - (36/175) * (0.53)$$

$$\text{Ahorro estimado} = 0.42 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva ILU-06-CP en los focos usados 12.5 horas y 3.5 horas.

Tabla 4.242. Ahorro estimado para las acciones ILU-06-CP consumo a 12.5 horas.

Tipo	Potencia en KW	Cant. Focos	Horas de uso		Consumo en KWh	Multiplicador	Multiplicador	Consumo LED	Ahorro estimado
			Tarifa	Cantidad horas					
Mercurio Nevado	175	20	Resto	1.5	5.25	0.21	36/175	1.08	4.17
	175	20	Punta	5	17.50	0.21	36/175	3.60	13.90
	175	20	Valle	6	21.00	0.21	36/175	4.32	16.68
Mercurio Claro	175	12	Resto	1.5	3.15	0.21	36/175	0.65	2.50
	175	12	Punta	5	10.50	0.21	36/175	2.16	8.34
	175	12	Valle	6	12.60	0.21	36/175	2.59	10.01
Fluorescente	85	4	Resto	1.5	0.51	0.42	36/85	0.22	0.29
	85	4	Punta	5	1.70	0.42	36/85	0.72	0.98
	85	4	Valle	6	2.04	0.42	36/85	0.86	1.18
					74.25				58.05

Fuente: Propia

Tabla 4.243. Ahorro estimado para las acciones ILU-06-CP consumo a 3.5 horas.

Tipo	Potencia en KW	Cant. Focos	Horas de uso		Consumo en KWh	Multiplicador	Multiplicador	Consumo LED	Ahorro estimado
			Tarifa	Cantidad horas					
Mercurio Nevado	175	6	Resto	0.5	0.53	0.21	36/175	0.11	0.42
	175	6	Punta	3	3.15	0.21	36/175	0.65	2.50
Mercurio Claro	175	2	Resto	0.5	0.18	0.21	36/175	0.04	0.14
	175	2	Punta	3	1.05	0.21	36/175	0.22	0.83
Sodio Haluro Metal	250	16	Resto	0.5	2.00	0.14	36/250	0.29	1.71
	250	16	Punta	3	12.00	0.14	36/250	1.73	10.27
Fluorescente	85	1	Resto	0.5	0.04	0.42	36/85	0.02	0.02
	85	1	Punta	3	0.26	0.42	36/85	0.11	0.15
					19.20				16.05

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva ILU-06-CP programada a corto plazo es **74.1 kwh/día.**

4.7.1.1.1.4. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP, ILU-10-CP.

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **ILU-07-CP:** Colocación de ventanas.
- **ILU-08-CP:** Montaje de lámina transparente.
- **ILU-09-CP:** Montaje de cortinas sobre ventanas.
- **ILU-10-CP:** Pintar paredes con colores claros.

Partiendo que para un espacio en el que se tienen actividades de lectura, los niveles de iluminación óptimos deben ser 500 Lux. Según el estudio de los niveles de iluminación en los espacios que comprenden áreas y zonas los edificios de la UES-FMOcc, se revelo que algunos de estos espacios tienen cumplimiento de 500 lux, y son candidatos a ser utilizados sin el uso de luminarias a ciertas horas del día cuando factores climáticos lo permiten, por lo que ante esto se percibiría potencializar estas fortalezas mediante la implementación de las acciones correctivas como ILU-07-CP donde el colocar ventanas propiciaría mejoras en la ventilación y el ingreso de luz natural en espacios, la acción ILU-08-CP aportaría a que entre mayor cantidad de luz a espacios desde la parte superior del área, la ILU-09-CP tendría una aportación en mantener privacidad visual de espacios sin ser una barrera permanente de entrada de luz natural por ventanas y la acción ILU-10 –CP ayudaría a el mejoramiento de la apariencia del espacio y mejoramiento en la refracción de la luz en paredes.

El ahorro por iluminación natural se refiere a la abstinencia del uso de luminarias y aprovechando de la luz natural, con lo que se tendría una disminución en el consumo de energía eléctrica por no utilizar lámparas y focos. Para poder gozar de ahorros en energía eléctrica no consumida, deben ser realizadas las acciones correctivas ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP, pues estas están enfocadas a mejorar las condiciones de las instalaciones de la UES-FMOcc en torno a la línea de acción de mejoramiento de las instalaciones.

El ahorro de energía eléctrica producto de las acciones antes mencionadas, tiene como punto principal anular el uso de luminarias en algunos espacios por ciertas horas del día, tomando en cuenta los niveles de iluminación que podrían generarse y los ya generados

reflejados en los datos en las tablas del capítulo 3 de este documento, donde se reflejan el nivel de iluminación en LUX para cada espacio de la UES-FMOcc.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de las acciones correctivas ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP, ILU-10-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Las condiciones óptimas de iluminación de un espacio de actividades de lectura es de 500 LUX.
- El país permanece la mayor parte de días del año en condiciones soleadas, con excepción de algunas horas en temporadas lluviosas.
- El reemplazo del uso de luminarias por luz natural incide en no energizar la carga instalada ciertas horas del día.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva correctivas ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP, ILU-10-CP y participación en la sectorización de circuitos se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos calculados.

Tabla 4.244. Especificación de columnas ahorro por ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP, ILU-10-CP.

1	2	3		4	5
Edificio	Área/ Zona	Uso de iluminación natural		Ahorro e n KWh al día	
		Mañana	Tarde		
Biología	Laboratorio 1 y 2	X		2.82	

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Esta columna dicta el nombre del edificio en donde se contempla el ahorro.
- 2) Área/ Zona: Esta columna dicta el lugar específico del edificio en donde se tiene el ahorro estimado en el edificio de la columna 1.
- 3) Mañana: La columna 3 se refiere a horario de la mañana que se estima que podría ser usado la luz natural para iluminar el espacio en mención de la columna 2, donde dicho criterio para saber el horario es en base a los datos del estudio de iluminación realizada en la UES-FMOcc que contiene sus datos en las tablas de carga instalada por luminarias de edificios. Se marca con una X como indicador de uso de luz natural.

- 4) Tarde: La columna 3 se refiere a horario de la tarde que se estima que podría ser usado la luz natural para iluminar el espacio en mención de la columna 2, donde dicho criterio para saber el horario es en base a los datos del estudio de iluminación realizada en la UES-FMOcc que contiene sus datos en las tablas de carga instalada por luminarias de edificios. Se marca con una X como indicador de uso de luz natural.
- 5) Ahorro estimado: Esta columna contiene la suma de los consumos de la mañana y tarde según se maque con una X, Los datos del consumo de cada uno de los espacios puede encontrarse en las tablas consumo eléctrico por luminarias en el capítulo 3 del presente documento.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP debe hacerse referencia a las tablas de consumo eléctrico de las áreas o zonas que son mencionadas en las columnas Edificio y Área/zona de la siguiente tabla.

Tabla 4.245. Ahorro estimado para las acciones ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP.

Edificio	Área/ Zona		Uso de iluminación natural		Ahorro estimado
			Mañana	Tarde	
Biología	Laboratorio 1 y 2		X		2.82
Economía	Departamento de Química	Cubículos 6 y 8	X	X	2.3
		Aula E3	X	X	3.87
	Aula E1		X		4.1
	Departamento de Ciencias Económicas	Cubículos 13 al 16	X	X	2.04
Ciencias Jurídicas	Cubículo 10		X		0.26
	Cubículo 11		X		1.02
Carreras Múltiples	Sala de lectura Biblioteca	Zona 1	X	X	3.46
		Zona 2 a la zona 6	X		
	Sala de estudio Hemeroteca	Zona 5 y zona 7	X		3.07
Carreras Múltiples	Departamento Ingeniería y Arquitectura	Jefatura	X	X	5.08
		Sala de docentes	X	X	
		Cubículo 13-16	X		
	Departamento de Idiomas	Cubículo 22	X	X	
	Departamento de Idiomas	Cubículo 11	X		0.34
Carreras Múltiples	Departamento de Ciencias Sociales	Cubículo 5-12	X	X	2.57
Edificio de Aulas N	Aula N-3		X	X	5.98
	Aula N-4	Zona 1 y 2	X	X	1.5

Sigue en siguiente página

Aulas externas	Aulas 2 a 10 y 11,12		X		25.4
Taller de Ingeniería	Zona 1	Mes a 1	X	X	0.58
					64.39

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de la acciones correctivas ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP programada a corto plazo es **64.39 kwh/día**.

*El total de ahorro en KWh al día estimado ante la implementación de las acciones correctivas de corto plazo en el Sistema de Iluminación es **298.52 KWh/día**.*

4.7.1.1.2. Estimación de ahorro de Sistema de Equipo de Ofimática

Los ahorros de energía eléctrica en el periodo del corto plazo para el Sistema de Equipo de Ofimática comprende aquellos que una o más acciones correctivas aportan a que pueda obtenerse una disminución del consumo, siendo esto mediante la modificación de las condiciones de trabajo de este tipo de aparatos o el anulado de carga instalada de UES-FMOcc. Se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Equipo de Ofimática en el corto plazo.

4.7.1.1.2.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-01-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **EQ-01-CP:** Montaje de regletas

La acción correctiva EQ-01-CP consiste en la colocación de regletas en cada uno de los tomacorrientes al que se le conecta algún tipo de aparato eléctrico o electrónico que comprende una carga instalada para la UES-FMOcc, en fin de realizar mejoras a las instalaciones de la Facultad como parte de la línea de acción de mejoramiento de las instalaciones.

El ahorro que puede ser generado ante la implementación de la acción correctiva EQ-01-CP, es la de disminuir los desperdicios de energía eléctrica en torno al consumo fantasma,

que es una de las problemáticas encontradas tras el estudio de campo realizado en la UES-FMOcc. Este ahorro es posible ya que el fin de implementar la acción correctiva es que todo aparato quede desconectado totalmente de la red y así dejar abierto el circuito impidiendo tener algún tipo de consumo por los componentes internos del aparato eléctrico o electrónico, teniendo así que en horas de la noche no se tenga ningún aparato conectado produciéndose ahorros por cortar el consumo nocturno innecesario.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva EQ-01-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Se estima que un edificio deja de tener algún tipo de actividad productiva en el momento en que toda luz o aparato deja de ser utilizado para un fin productivo.
- El consumo fantasma inicia al momento en que se deja de tener actividad humana en un edificio pero aún se tiene registrado algún tipo de consumo eléctrico.
- No todos los edificios tendrán el inicio de inactividad, ya que algunos de estos aún siguen operando en horas de la noche como ejemplo el caso de uso de luces de pasillos.
- El consumo fantasma es provocado por mantener aparatos conectados a la red, incluso si estos están apagados o stand by.
- La cantidad de potencia medida en el periodo de inactividad en un edificio permanecerá constante al no tener algún tipo de intervención humana, mecánica o automática en un edificio.

El cálculo del ahorro estimado producto de la posible implementación de la acción correctiva EQ-01-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.246. Especificación de columnas ahorro por EQ-01-CP.

1	2	3	4	5	6
Edificio	Último dato medido	Salida	Entrada	Cant. Horas	Ahorro Estimado
Economía	0.67	22:30	6:30	10	6.70
Biología	0.037	22:30	6:30	10	0.37

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Esta columna contiene el nombre del edificio del cual se realiza el análisis del ahorro a calcular.

- 2) Último dato medido: La columna se refiere a los datos de potencia medida en la acometida de edificio en análisis, y que se estima que es el dato de la potencia con la que se inicia el periodo de inactividad de humana.
- 3) Salida: El dato de salida es la hora en la que el edificio entra en inactividad humana.
- 4) Entrada: El dato de entrada es la hora en la que el edificio inicia a presentar algún tipo de actividad humana después de la noche.
- 5) Cant. horas: La columna 5 de la tabla refleja la cantidad de horas que tendría el edificio sin que se tenga algún tipo de actividad humana en este, donde este comprende el lapso entre la salida de las personas hasta la entrada de estas al edificio.
- 6) Ahorro estimado: La última de las columnas es el valor de la cantidad del consumo eléctrico nocturno que posee el edificio en análisis “consumo fantasma” y que a causa de la implementación de la acción EQ-01-CP esta se convertiría en ahorros para la Facultad.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva EQ-01-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Último dato medido} * \text{Cant. horas}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el edificio de Biología UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = (0.037 \text{ KW}) * (10 \text{ h})$$

$$\text{Ahorro estimado} = 0.37 \text{ KWh}$$

Para la estimación de los datos de ahorro de energía eléctrica para los edificios de Medicina y el edificio de Carreras Múltiples no se aplica la fórmula matemática antes mencionada, ya que entre las limitantes del estudio se tiene el equipo de medición para altas tensiones así como de restricciones de acceso a la caja principal de estos edificios en mención, por lo que ante dicha problemática se resuelve que el ahorro estimado es de un 7% del valor de la carga instalada (Schneider-electric, 2014), p.11.

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva EQ-01-CP.

Tabla 4.247. Ahorro estimado para la acción correctiva EQ-01-CP.

Edificio	Último dato medido	Salida	Entrada	Cant. Horas	Ahorro Estimado
Economía	0.674	21:00	6:00	9	6.07
Biología	0.037	21:00	6:00	9	0.33
Oficinas Administrativas	0.154	21:00	9:00	12	1.85
Administración Financiera	0.29	21:00	9:00	12	3.48
Clínica Extramural Santa Ana	0.274	17:30	8:30	14	3.84
Ciencias Jurídicas	0.039	20:30	6:30	13.5	0.53
Carreras Múltiples					33.27
Medicina					5.39
Aulas N	0.216	20:30	6:30	13.5	2.92
Talleres	0.583	16:30	7:00	14.6	8.51
Fuente: Propia					66.18

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva EQ-01-CP programada a corto plazo es **66.18 kwh/día**.

4.7.1.1.2.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-02-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **EQ-02-CP:** Configuración en modos ahorro energético el equipo ofimático

La acción correctiva EQ-02-CP, consiste en realizar a cada una de las computadoras que son utilizadas dentro de las instalaciones de la UES.FMOcc la configuración correspondiente al AHORRO DE ENERGIA que es parte de las aplicaciones a las que los sistemas operativos poseen como parte de las características que el usuario puede acceder, y de esta manera aportar a la disminución en el consumo eléctrico.

El ahorro esperado se basa en disminuir todos aquellos desperdicios producidos por tiempos energizados sin uso de computadoras, así como de bajar el consumo innecesario de energía eléctrica del monitor conectado al UPS, por lo que ante la implementación y

mantenimiento de la acción correctiva en mención se podría obtener grandes beneficios tomando en cuenta el gran volumen de computadores que la Facultad posee.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva EQ-02-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Un monitor con niveles de brillo altos consume mayor cantidad de energía eléctrica que uno con un nivel menor.
- El modo de AHORRO DE ENERGIA controla tanto al CPU como al monitor en el Stand By, desactivando funciones no vitales teniendo así menor consumo eléctrico.
- Se sabe que para la configuración de AHORRO DE ENERGIA se tiene una disminución con respecto al consumo de la máquina de un 9% (Schneider-electric, 2014), p.9.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva EQ-02-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos calculados.

Tabla 4.248. Especificación de columnas ahorro por EQ-02-CP.

1	2	3	4	5	6
Edificio	Área/ zona	Cant. Computadoras	Consumo KWh	% ahorro en consumo	Ahorro estimado
Economía	Departamento de Física	4	6.22	9%	0.56
	Departamento de Química	5	9.93	9%	0.89

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Corresponde al edificio a analizar en cuanto al ahorro esperado por la implementación de la acción correctiva.
- 2) Área/ zona: Indica el espacio puntual en donde se pretende realizar la acción correctiva según la programación de los diagramas Gantt de corto plazo.
- 3) Cant. Computadoras: Es la cantidad de equipos de cómputo a los que se les realizaría la configuración de AHORRO DE ENERGIA.
- 4) Consumo KWh: Es la cantidad de KWh que los computadores del área consumen en un día normal.
- 5) % ahorro en consumo: Es el porcentaje de ahorro que se tendría por configurar los equipos de cómputo.

- 6) Ahorro estimado: Es la cantidad en KWh de energía eléctrica que no se consumiría por los equipos de cómputos a raíz de realizar y mantener la configuración de ahorro de energía, en relación a la acción correctiva EQ-02-CP.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de la acción correctiva es en base a la siguiente formula.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo en KWh} * \% \text{ de ahorro en consumo}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el Departamento de Física de la UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = (6.22 \text{ KWh}) * (0.09)$$

$$\text{Ahorro estimado} = 0.56 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva EQ-02-CP.

Tabla 4.249. Ahorro estimado para la acción correctiva EQ-02-CP.

Edificio	Área/ zona	Cant. Computadoras	Consumo KWh	% ahorro en consumo	Ahorro estimado
Economía	Departamento de Física	4	6.22	0.09	0.56
	Departamento de Química	5	9.93	0.09	0.89
	Bodega Lab. Química	1	1.55	0.09	0.14
	Dep. Ciencias Económicas	8	14.59	0.09	1.31
	Biblioteca de Economía	1	1.42	0.09	0.13
Biología	Dep. Biología	8	14.57	0.09	1.31
Académica	Atención Estudiantil	11	40.6	0.09	3.65
	Derechos Universitarios	1	3.33	0.09	0.30
	Oficina Transporte	1	3.56	0.09	0.32
	Adm. Financiera	5	18.76	0.09	1.69
	Est. Socio Económico	1	3.7	0.09	0.33
	RR HH	3	11.11	0.09	1.00
	Dep. Letras	7	10.77	0.09	0.97
AGEFMO	AGEFMO	1	3.7	0.09	0.33
Clínica Extramural	Clínica Extramural	1	3.7	0.09	0.33
Ciencias Jurídicas	Dep. Ciencias Jurídicas	5	9.93	0.09	0.89
Carreras Múltiples	Oficina Biblioteca	2	7.45	0.09	0.67
	Hemeroteca	1	3.56	0.09	0.32
	Centro de computo 1er nivel	16	52.91	0.09	4.76
	Biblioteca	4	17.42	0.09	1.57
	Dep. Idiomas	9	16.87	0.09	1.52
	Lab. 1 Idiomas	20	17.1	0.09	1.54
	Dep. Ing y Arq.	22	37.57	0.09	3.38

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Carreras Múltiples	Centro de computo Ing.	31	91.86	0.09	8.27
	Dep. Matemáticas	10	18.34	0.09	1.65
	Centro de computo Matemáticas	13	10.02	0.09	0.90
	Dep. Ciencias Sociales	10	18.2	0.09	1.64
	Decanato	3	12.22	0.09	1.10
Medicina	Secretaría	1	3.7	0.09	0.33
	Sala de docentes	6	9.34	0.09	0.84
	Proyección social	18	16.03	0.09	1.44
	Clínica	1	3.7	0.09	0.33
	Extensión de Idiomas	4	14.82	0.09	1.33
Inst. Agua	Librería	2	3.7	0.09	0.33
	Oficina	2	7.41	0.09	0.67
Equipo portátil			194.44	0.09	17.50
					65.27

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva EQ-02-CP programada a corto plazo es **65.27 kwh/día**.

4.7.1.1.2.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-03-CP, EQ-04-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **EQ-03-CP:** Reducción de reguladores de voltaje
- **EQ-04-CP:** Conexión de impresoras compartidas en equipo de cómputo

Las acciones correctivas EQ-03-CP y EQ-04-CP, están enfocadas en la reducción del consumo de energía eléctrica en la UES-FMOcc mediante el seguimiento de la línea de acción de mejoramiento de las instalaciones, donde cada una de ellas tiene funciones específicas dentro del plan de ahorro, ejemplo de ello es que EQ-03-CP colabora en su implementación a la reducción de la carga instalada por medio de anular reguladores de voltaje y UPS que bien se cree que no afectarían en las actividades normales de usuarios de ser retirados, así también la acción EQ-04-CP es parte de las acciones que se tienen para disminuir la carga instalada, pero esta se enfoca en anular impresoras que no son utilizadas pero que aun así pasan conectadas a la red.

El ahorro de energía eléctrica que se tendría ante la implementación de las acciones correctivas antes mencionadas, se basa en que entre menor carga instalada, la potencia se ve reducida y por tal, es equipo que ya no se usaría.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva EQ-03-CP y EQ-04-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- El consumo de un UPS se estima por energizar el circuito interno del dispositivo para poder funcionar como fuente de protección y energía de otros aparatos que se conectan a este.
- A un UPS puede conectarse más de un aparato siempre y cuando no se exceda de la potencia que puede brindar el dispositivo.
- La anulación de impresoras no es total, siempre en el lugar se estima que debe haber una en existencia.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de las acciones correctivas EQ-03-CP y EQ-04-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.250. Especificación de columnas ahorro por EQ-03-CP y EQ-04-CP.

1	2	3	4	5	6	7
Edificio	Área	Num. Impresoras	Consumo Impresoras	Num. UPS	Consumo UPS	Ahorro estimado
Medicina	Sala de docentes	1	0.16			0.16
	Proyección Social			14	0.37	0.37

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Es el nombre del edificio en análisis para el ahorro.
- 2) Área: Es el espacio puntual donde se realiza la acción correctiva.
- 3) Núm. Impresoras: Es el número de impresoras anuladas por implementar la acción EQ-04-CP.
- 4) Consumo Impresoras: El consumo de energía eléctrica de las impresoras anuladas.
- 5) Núm. UPS: Es el número de UPS anulados por implementar la acción EQ-03-CP.
- 6) Consumo UPS: El consumo de energía eléctrica de los UPS anulados.
- 7) Ahorro Estimado: El valor del ahorro que se estima ante la implementación de las acciones correctivas.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva EQ-03-CP y EQ-04-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo impresoras} + \text{Consumo UPS}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva EQ-03-CP y EQ-04-CP.

Tabla 4.251. Ahorro estimado para las acciones correctivas EQ-03-CP, EQ-04-CP.

Edificio	Área	Núm. Impresoras	Consumo Impresoras	Núm. UPS	Consumo UPS	Ahorro estimado
Adm. Académica	Dep física	1	0.1			0.1
	Atención Estudiantil	1	0.54			0.54
	Dep Letras	2	0.36			0.36
	Unidad de estudios socioeconómicos	1	0.01			0.01
Carreras Múltiples	Centro de Computo 1er nivel			8	3.36	3.36
	Centro de Computo Ing. 2do nivel			15	6.3	6.3
	Lab. 1 de Idiomas			10	1.05	1.05
	Dep. Idiomas			4	0.81	0.81
	Decanato			2	2.15	2.15
Medicina	Sala de docentes	1	0.16			0.16
	Proyección Social			14	0.37	0.37
Aulas N	Librería	1	0.43			0.43
						15.64

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de las acciones correctivas EQ-03-CP, EQ-04-CP programada a corto plazo es **15.64 kwh/día.**

*El total de ahorro en KWh al día estimado ante la implementación de las acciones correctivas de corto plazo en el Sistema de Equipo de Ofimática es **147.09 KWh/día.***

4.7.1.1.3. Estimación de ahorro de Sistema de Climatización

Los ahorros de energía eléctrica en el periodo del corto plazo para el Sistema de Climatización comprende aquellos que una o más acciones correctivas aportan a que pueda obtenerse una disminución del consumo, siendo esto mediante la modificación las

condiciones de entorno de trabajo de los equipos de aires acondicionados de la UES-FMOcc. Se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Climatización el corto plazo.

4.7.1.1.3.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-01-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CLIM-01-CP:** Aislamiento térmico en paredes de edificios.

La acción correctiva CLIM-01-CP, consiste en realizar modificaciones estructurales de edificios en torno a hacer cambios en paredes de espacios donde se tiene equipo de aire acondicionado que climatiza el volumen del espacio a mejorar. Esta modificación de paredes se basa en las leyes de la termodinámica que dicta que un lugar totalmente aislado no tendrá intercambio de energía térmica con el entorno, por lo que la acción pretende aislar del entorno el espacio climatizado modificando la trasmittancia térmica con barreras materiales dentro de paredes.

La acción correctiva en su implementación generaría un ahorro de energía eléctrica, ya que al aislar las paredes de un espacio climatizado, el equipo de aire acondicionado debe realizar menos trabajo para desalojar una cantidad de energía térmica al exterior, teniendo de esta manera que se necesita menos energía eléctrica consumida por el aparato para realizar el desalojo de calor y mantener en el espacio un valor de temperatura de confort.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva CLIM-01-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- La región en la que la UES-FMOcc se ubica posee normalmente una temperatura de 32°C.
- La temperatura de confort para una rea climatizada es de un valor de entre 24°C a 27°C.
- Un material con un valor alto de constante de K de trasmittancia, posee características de transmitir mayor cantidad de energía en forma de calor.
- Para bajar la temperatura de un espacio climatizado, el aire acondicionado debe realizar un trabajo utilizando energía eléctrica para funcionar.

- La cantidad de energía eléctrica usada para desalojar una cantidad de energía en forma de calor depende de la eficiencia del aire acondicionado.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-01-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.252. Especificación de columnas ahorro por CLIM-01-CP.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Laboratorio u oficina		superficie de pared (m²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m².°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m².°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro estimado en KWh
Administración académica	P.E	87.64	8	2.924	2 050.0	0.345	241.9	1.808	0.904	8 (5.04)	4.556
	P.I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia

- 1) Laboratorio u oficina: La primera columna describe la oficina donde se implementará la acción de aislamiento térmico en paredes, con las variables P.E (Pared Exterior) y P.I (Pared Interior),
- 2) Superficie de pared (m²): La segunda columna brinda la cantidad de superficie de pared que se requiere aislar (información detallada en las tablas 3.126 a 3.143).
- 3) ΔT (°C): La tercera columna es la diferencia de temperatura utilizada para el cálculo según las condiciones del clima en Santa Ana, El Salvador, con temperatura exterior máxima de 32 °C y la temperatura de confort del interior en la oficina de 24 °C según lo recomiendan los expertos en climatización.
- 4) K pared sin aislar (W/m².°C): La columna cuatro (k de pared sin aislar) es la transmitancia térmica antes de la acción correctiva “Aislamiento térmico en paredes de edificios” (los datos de se detallan en las tablas 3.122 a 3.125).
- 5) CT con pared sin aislar (w): Quinta columna es el cálculo de carga térmica (CT) en Watts antes de la acción correctiva y que resulta del multiplicación de las columnas 2, 3 y 4.
- 6) K de pared aislada (W/m².°C): Para repetir el cálculo en carga térmica con la pared ya aislada térmicamente, la sexta columna (k de pared aislada) brinda un nuevo valor de transmitancia térmica ahora con la acción ya implementada (los valores se calculan en la acción CLIM-01-CP).

- 7) CT con pared aislada (w): La séptima columna describe la carga térmica con la pared aislada, que es el resultado de la multiplicación de las columnas 2, 3 y 6.
- 8) Ahorro en carga térmica (kw): La octava columna brinda el ahorro en carga térmica que resulta de la resta de la columna 5 (CT con pared sin aislar) y la columna 7 (CT con pared aislada) dividida entre mil para expresarla en kw.
- 9) Ahorro en carga eléctrica (kw): La novena columna es el ahorro de carga eléctrica como resultado del aislamiento térmico en paredes expresado en kw y es el resultado de dividir entre dos el ahorro en carga térmica, por motivos del EER = 2 de las unidades de aire acondicionado.
- 10) Horas de uso/día (63%): La penúltima columna muestra las horas de uso del aire acondicionado en cada oficina o laboratorio en las cuales el sistema se encuentra encendido y entre paréntesis el tiempo en que la unidad se mantiene en estado de marcha para refrigerar el espacio como su funcionamiento normal, este es igual a un 63% del tiempo de uso, que es cuando se produce el consumo de electricidad por el sistema.
- 11) Ahorro estimado en KWh: La última columna es el ahorro de energía eléctrica expresado en kwh/día que resulta de la multiplicación de la novena columna (ahorro en carga eléctrica) y el número entre paréntesis de la penúltima columna (horas de uso/día (63%)).

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-01-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro estimado} &= \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} * \text{Horas de uso/día (63\%)} \\
 \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} &= \text{Ahorro en carga térmica (kw)} / 2 \\
 \text{Ahorro en carga térmica (kw)} &= (\text{CT con pared sin aislar (w)} - \text{CT con pared aislada (w)}) / 1000 \\
 \text{CT con pared sin aislar (w)} &= \text{superficie de pared (m}^2\text{)} * \Delta T \\
 &(\text{°C}) * K \text{ pared sin aislar (W/m}^2\text{.°C)} \\
 \text{CT con pared aislada (w)} &= \text{superficie de pared (m}^2\text{)} * \Delta T \\
 &(\text{°C}) * K \text{ pared aislada (W/m}^2\text{.°C)}
 \end{aligned}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el edificio de Administración Académica UES-FMOcc.

$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro en carga térmica (kw)} &= ((87.64) (8) (2.924) - (87.64) (8) (0.345)) / 1000 \\
 \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} &= 1.808 \\
 \text{Ahorro estimado en KWh} &= ((1.808) / 2) ((8) (0.63))
 \end{aligned}$$

Ahorro estimado en KWh = 4.556 KWh

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-01-CP.

Tabla 4.253. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	P.E	87.64	8	2.924	2 050.0	0.345	241.9	1.808	0.904	8 (5.04)	4.556
	P.I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Administración Financiera y RRHH	P.E	15.393	8	2.924	360.0	0.345	42.5	0.318	0.159	8 (5.04)	0.801
	P.I	16.575	8	3.745	398.0	0.348	46.1	0.352	0.176	8 (5.04)	0.887
Fuente: Propia										Total de ahorro en energía eléctrica	6.244

Tabla 4.254. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Química y Economía”

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Química laboratorio de investigación	P.E	40.98	8	1.898	622.2	0.325	106.5	0.516	0.258	24 (15.12)	3.901
	P.I	13.75	8	3.169	348.6	0.348	38.3	0.310	0.155	24 (15.12)	2.344
Departamento de Economía	P.E	96.15	8	1.898	1 460.0	0.325	250.0	1.210	0.605	8 (5.04)	3.049
	P.I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuente: Propia										Total de ahorro en energía eléctrica	9.294

Tabla 4.255. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Centro de computo (primer nivel)	P.E	10.53	8	1.898	160.0	0.325	27.4	0.133	0.066	8.5 (5.36)	0.354
	P.I	59.06	8	1.880	888.3	0.348	164.4	0.724	0.362	8.5 (5.36)	1.940
Oficinas de biblioteca	P.E	51.65	8	1.898	784.3	0.325	134.3	0.650	0.325	4 (2.52)	0.819
	P.I	67.83	8	1.880	1 020.2	0.348	188.8	0.831	0.416	4 (2.52)	1.048
Unidad de servidores	P.E	40.07	8	1.898	608.4	0.325	104.2	0.504	0.252	24 (15.12)	3.825
	P.I	24.43	8	1.880	367.4	0.348	68.0	0.299	0.150	24 (15.12)	2.268
Depto. Ingeniería (Jefatura)	P.E	8.40	8	1.898	127.5	0.325	21.8	0.106	0.053	5 (3.15)	0.167
	P.I	57.99	8	1.880	872.2	0.348	161.4	0.711	0.355	5 (3.15)	1.118
Sala de conferencias (segundo nivel)	P.E	52.85	8	1.898	802.5	0.325	137.4	0.665	0.333	5 (3.15)	1.047
	P.I	37.04	8	1.880	557.1	0.348	103.1	0.454	0.227	5 (3.15)	0.714
Unidad de hardware Ingeniería	P.E	46.38	8	1.898	704.2	0.325	120.6	0.584	0.296	9.5 (5.99)	1.747
	P.I	86.18	8	1.880	1 296.1	0.348	239.9	1.056	0.528	9.5 (5.99)	3.161
Laboratorio I de Idiomas	P.E	68.14	8	1.898	1 034.6	0.325	177.2	0.857	0.429	10 (6.30)	2.701
	P.I	49.24	8	1.880	740.6	0.348	137.1	0.603	0.302	10 (6.30)	1.901
Laboratorio II de Idiomas	P.E	27.53	8	1.898	418.0	0.325	71.6	0.346	0.173	10 (6.30)	1.091
	P.I	70.90	8	1.880	1 066.3	0.348	197.4	0.869	0.434	10 (6.30)	2.737

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Depto. Idiomas (Jefatura)	P.E	8.40	8	1.898	127.5	0.325	21.8	0.106	0.053	5 (3.15)	0.166	
	P.I	57.99	8	1.880	872.2	0.348	161.4	0.711	0.355	5 (3.15)	1.119	
Sala de teleconferencias	P.E	53.72	8	1.898	815.7	0.325	139.7	0.676	0.338	6 (3.78)	1.278	
	P.I	58.26	8	1.880	876.8	0.348	162.2	0.714	0.357	6 (3.78)	1.350	
Decanato	P.E	24.64	8	1.898	374.1	0.325	64.1	0.310	0.155	8 (5.04)	0.781	
	P.I	93.68	8	1.880	1 408.9	0.348	260.8	1.148	0.574	8 (5.04)	2.893	
Depto. de matemática	P.E	51.98	8	1.898	789.3	0.325	135.1	0.654	0.327	6 (3.78)	1.236	
	P.I	69.40	8	1.880	1 043.8	0.348	193.2	0.851	0.425	6 (3.78)	1.608	
Fuente: Propia											Total de ahorro en energía eléctrica	37.069

Tabla 4.256. Ahorros de energía por aislamiento de paredes “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	P.E	55.20	8	1.898	839.0	0.325	143.5	0.695	0.347	8 (5.04)	1.749	
	P.I	17.55	8	1.880	228.0	0.348	48.9	0.215	0.108	8 (5.04)	0.544	
Unidad de proyección social	P.E	131.9	8	1.898	2 003.0	0.325	342.9	1.660	0.830	8 (5.04)	4.183	
	P.I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fuente: Propia											Total de ahorro en energía eléctrica	6.476

El ahorro total estimado por la implementación de las acciones correctivas CLIM-01-CP programada a corto plazo es **59.08 kwh/día**.

4.7.1.1.3.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-02-CP, CLIM-04-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CLIM-02-CP:** Aislamiento térmico en techos de edificios.
- **CLIM-04-CP:** Aislamiento térmico en ventanas

Las acciones correctivas CLIM-02-CP y CLIM-04-CP, consisten en realizar modificaciones estructurales de edificios en torno a hacer cambios en techos y ventanas de espacios donde se tiene equipo de aire acondicionado que climatiza el volumen del espacio a mejorar. Esta modificación de techos y ventanas se basa en las leyes de la termodinámica que dicta que un lugar totalmente aislado no tendrá intercambio de energía térmica con el entorno, por lo que la acción pretende aislar del entorno el espacio climatizado modificando la transmitancia térmica con barreras materiales en techos y ventanas.

La acción correctiva en su implementación generaría un ahorro de energía eléctrica, ya que al aislar los techo y ventanas de un espacio climatizado, el equipo de aire acondicionado debe realizar menos trabajo para desalojar una cantidad de energía térmica al exterior, teniendo de esta manera que se necesita menos energía eléctrica consumida por el aparato para realizar el desalojo y mantener en el espacio en un valor de temperatura de confort.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva CLIM-02-CP y CLIM-04-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- La región en la que la UES-FMOcc se ubica posee normalmente una temperatura de 32°C.
- La temperatura de confort para una rea climatizada es de un valor de entre 24°C a 27°C.
- Un material con un valor alto de constante de K de trasmitancia, posee características de transmitir mayor cantidad de energía en forma de calor.
- Para bajar la temperatura de un espacio climatizado, el aire acondicionado debe realizar un trabajo utilizando energía eléctrica para funcionar.
- La cantidad de energía eléctrica usada para desalojar una cantidad de energía en forma de calor depende de la eficiencia del aire acondicionado.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de las acciones correctivas CLIM-02-CP y CLIM-04-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.257. Especificación de columnas ahorro por CLIM-02-CP, CLIM-04-CP.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Laboratorio u oficina		superficie (m ²)	ΔT (°C)	K sin aislar (W/m ² .°C)	CT sin aislar (w)	K aislada (W/m ² .°C)	CT aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Administración académica	T	113.26	8	4.219	3 822.6	0.325	294.5	3.528	1.764	8 (5.04)	8.891	
	V	30.47	8	5.714	1 392.8	2.941	716.9	0.676	0.338	8 (5.04)	1.704	

Fuente: Propia

- 1) Laboratorio u oficina: La primera columna describe la oficina donde se implementará la acción de aislamiento térmico de ventanas y techos, con las variables T(Techo) y V(Ventana),
- 2) Superficie (m^2): La segunda columna brinda la cantidad de superficie que se requiere aislar (información detallada en las tablas 3.126 a 3.143).
- 3) ΔT ($^{\circ}C$): La tercera columna es la diferencia de temperatura utilizada para el cálculo según las condiciones del clima en Santa Ana, El Salvador, con temperatura exterior máxima de $32^{\circ}C$ y la temperatura de confort del interior en la oficina de $24^{\circ}C$ según lo recomiendan los expertos en climatización.
- 4) K sin aislar ($W/m^2 \cdot ^{\circ}C$): La columna cuatro (k de ventana o techo sin aislar) es la transmitancia térmica antes de la acción correctiva “Aislamiento térmico en techos y ventanas de edificios” (los datos de se detallan en las tablas 3.122 a 3.125).
- 5) CT sin aislar (w): Quinta columna es el cálculo de carga térmica (CT) en Watts antes de la acción correctiva y que resulta de la multiplicación de las columnas 2, 3 y 4.
- 6) K aislada ($W/m^2 \cdot ^{\circ}C$): Para repetir el cálculo en carga térmica con techo o ventana ya aislada térmicamente, la sexta columna brinda un nuevo valor de transmitancia térmica ahora con la acción ya implementada (los valores se calculan en la acción CLIM-01-CP).
- 7) CT aislada (w): La séptima columna describe la carga térmica con techo o pared aislada, que es el resultado de la multiplicación de las columnas 2, 3 y 6.
- 8) Ahorro en carga térmica (kw): La octava columna brinda el ahorro en carga térmica que resulta de la resta de la columna 5 (CT sin aislar) y la columna 7 (CT aislada) dividida entre mil para expresarla en kw.
- 9) Ahorro en carga eléctrica (kw): La novena columna es el ahorro de carga eléctrica como resultado del aislamiento térmico en techos o ventana expresado en kw y es el resultado de dividir entre dos el ahorro en carga térmica, por motivos del $EER = 2$ de las unidades de aire acondicionado.
- 10) Horas de uso/día (63%): La penúltima columna muestra las horas de uso del aire acondicionado en cada oficina o laboratorio en las cuales el sistema se encuentra encendido y entre paréntesis el tiempo en que la unidad se mantiene en estado de marcha para refrigerar el espacio como su funcionamiento normal, este es igual a un

63% del tiempo de uso, que es cuando se produce el consumo de electricidad por el sistema.

11) Ahorro estimado en KWh: La última columna es el ahorro de energía eléctrica expresado en kwh/día que resulta de la multiplicación de la novena columna (ahorro en carga eléctrica) y el número entre paréntesis de la penúltima columna (horas de uso/día (63%)).

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-02-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} * \text{Horas de uso/día (63\%)}$$

$$\text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} = \text{Ahorro en carga térmica (kw)} / 2$$

$$\text{Ahorro en carga térmica (kw)} = (\text{CT sin aislar (w)} - \text{CT aislada (w)})/1000$$

$$\text{CT sin aislar (w)} = \text{superficie (m}^2\text{)} * \Delta T$$

$$(\text{°C}) * K \text{ sin aislar (W/m}^2\text{.°C)}$$

$$\text{CT aislada (w)} = \text{superficie (m}^2\text{)} * \Delta T$$

$$(\text{°C}) * K \text{ aislada (W/m}^2\text{.°C)}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el techo de la oficina de Administración Académica UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro en carga térmica (kw)} = ((113.26) (8) (4.219) - (113.26) (8) (0.325))/1000$$

$$\text{Ahorro en carga térmica (kw)} = 3.528$$

$$\text{Ahorro estimado en KWh} = ((3.528) / 2) ((8) (0.63))$$

$$\text{Ahorro estimado en KWh} = 8.891 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-02-CP y CLIM-04-CP.

Tabla 4.258. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio Oficinas Administrativas “

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	T	113.26	8	4.219	3 822.6	0.325	294.5	3.528	1.764	8 (5.04)	8.891
	V	30.47	8	5.714	1 392.8	2.941	716.9	0.676	0.338	8 (5.04)	1.704
Administración Financiera y RRHH	T	15.58	8	4.219	525.0	0.325	40.5	0.485	0.242	8 (5.04)	1.220
	V	6.75	8	5.714	309.0	2.941	158.8	0.150	0.075	8 (5.04)	0.378
Total de ahorro en energía eléctrica por Techos											10.111
Total de ahorro en energía eléctrica por Ventanas											2.082

Fuente: Propia

Tabla 4.259. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio de Economía “

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Química laboratorio de investigación	T	21.90	8	1.541	270.0	0.301	52.7	0.217	0.109	24 (15.12)	1.648
	V	2.89	8	5.714	133.0	2.941	68.0	0.065	0.033	24 (15.12)	0.499
Departamento de Economía	T	99.24	8	1.541	1 224.0	0.301	239.0	0.985	0.493	8 (5.04)	2.485
	V	21.00	8	5.714	960.0	2.941	294.1	0.666	0.333	8 (5.04)	1.678
Total de ahorro en energía eléctrica por Techos											4.133
Total de ahorro en energía eléctrica por Ventanas											2.177

Fuente: Propia

Tabla 4.260. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Centro de computo (primer nivel)	T	40.20	8	4.717	1 517.0	0.356	114.5	1.402	0.701	8.5 (5.36)	3.755
	V	8.91	8	5.714	407.3	2.941	209.6	0.198	0.099	8.5 (5.36)	0.529
Oficinas de biblioteca	T	106.1	8	4.717	4 003.8	0.356	302.2	3.702	1.851	4 (2.52)	4.664
	V	25.21	8	5.714	1 152.4	2.941	593.1	0.559	0.280	4 (2.52)	0.705
Unidad de servidores	T	34.96	8	4.717	1 319.3	0.356	99.6	1.220	0.610	24 (15.12)	9.221
	V	4.45	8	5.714	203.4	2.941	104.7	0.099	0.049	24 (15.12)	0.746
Depto. Ingeniería (Jefatura)	T	38.71	8	4.717	1 460.8	0.356	110.2	1.351	0.675	5 (3.15)	2.127
	V	9.90	8	5.714	452.6	2.941	232.9	0.220	0.110	5 (3.15)	0.346
Sala de conferencias (segundo nivel)	T	72.40	8	4.717	2 732.1	0.356	206.2	2.526	1.263	5 (3.15)	3.978
	V	13.36	8	5.714	610.7	2.941	314.3	0.296	0.148	5 (3.15)	0.467
Unidad de hardware Ingeniería	T	186.0	8	4.717	7 018.9	0.356	529.7	6.489	3.245	9.5 (5.99)	19.419
	V	25.24	8	5.714	1 153.8	2.941	594.1	0.560	0.280	9.5 (5.99)	1.676
Laboratorio I de Idiomas	T	116.2	8	4.717	4 384.9	0.356	330.9	4.054	2.027	10 (6.30)	12.770
	V	23.76	8	5.714	1 086.1	2.941	559.0	0.527	0.264	10 (6.30)	1.660
Laboratorio II de Idiomas	T	72.00	8	4.717	2 717.0	0.356	205.1	2.512	1.256	10 (6.30)	7.913
	V	5.94	8	5.714	271.5	2.941	139.8	0.132	0.066	10 (6.30)	0.415
Depto. Idiomas (Jefatura)	T	38.71	8	4.717	1 460.8	0.356	110.2	1.351	0.675	5 (3.15)	2.127
	V	9.90	8	5.714	452.6	2.941	232.9	0.220	0.110	5 (3.15)	0.346
Sala de teleconferencias	T	156.00	8	4.717	5 886.8	0.356	444.3	5.443	2.721	6 (3.78)	10.286
	V	20.65	8	5.714	1 581.2	2.941	485.9	0.458	0.229	6 (3.78)	0.866
Decanato	T	181.7	8	4.717	6 856.6	0.356	517.5	6.339	3.170	8 (5.04)	15.975
	V	60.68	8	5.714	2 773.6	2.941	1 427.7	1.346	0.673	8 (5.04)	3.392
Depto. de matemática	T	141.36	8	4.717	5 334.4	0.356	402.6	4.932	2.466	6 (3.78)	9.321
	V	25.25	8	5.714	1 154.0	2.941	593.8	0.560	0.280	6 (3.78)	1.058
Total de ahorro en energía eléctrica por Techos											101.556
Total de ahorro en energía eléctrica por Ventanas											12.206

Fuente: Propia

Fuente: Propia

Tabla 4.261. Ahorros de energía por aislamiento de techos y ventanas “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina		superficie de pared (m ²)	ΔT (°C)	K pared sin aislar (W/m ² .°C)	CT con pared sin aislar (w)	K de pared aislada (W/m ² .°C)	CT con pared aislada (w)	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	T	72.00	8	3.204	1 848.0	0.356	205.1	1.640	0.820	8 (5.04)	4.134
	V	6.30	8	5.714	288.0	2.941	148.2	0.140	0.070	8 (5.04)	0.352
Unidad de proyección social	T	128.00	8	3.204	3 281.0	0.355	364.5	2.916	1.458	8 (5.04)	7.349
	V	12.15	8	5.714	556.0	2.941	285.9	0.270	0.135	8 (5.04)	0.679
Fuente: Propia										Total de ahorro en energía eléctrica por Techos	11.483
Fuente: Propia										Total de ahorro en energía eléctrica por Ventanas	1.031

El ahorro total estimado por la implementación de las acciones correctivas CLIM-02-CP, CLIM-04-CP programada a corto plazo es **144.429 kwh/día**.

4.7.1.1.3.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-03-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CLIM-03-CP:** Instalación de termostatos digitales.

La acción correctiva CLIM-03-CP, es otra más de la propuestas que se tienen en la implementación a corto plazo para el mejoramiento de las instalaciones de la UES-FMOcc, ya que es esta acción la que aporta a asegurar que se tenga siempre controlada la temperatura de confort en los espacios climatizados con el uso de aires acondicionados. La instalación de termostatos de tipo digital es parte de una garantía para que la regulación de la temperatura del ambiente del espacio climatizado sea la indicada, ya que estos aparatos son fabricados para que la exactitud en su rango de trabajo sea la que el usuario requiere.

El ahorro por la instalación de termostatos digitales es producto de cambiar la temperatura de confort de 24 °C a 25 °C teniendo la seguridad que la temperatura de trabajo del sistema es la temperatura de confort establecida, este ahorro representa el 6% del consumo del sistema de climatización. Los termostatos se instalarán cuando las oficinas ya estén aisladas y como consecuencia de ello el 6% de ahorro debe calcularse con la nueva demanda térmica de estas oficinas ya aisladas térmicamente.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva CLIM-03-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Un termostato digital es un aparato de control de encendido y apagado del aire acondicionado que responde ante un rango de temperatura ajustable.
- El termostato digital es más exacto que el análogo en cuanto al mantenimiento de la temperatura en un valor exacto, debido a su escala y tipo de tecnología.
- El tiempo de respuesta de disparo de un termostato digital es menos que el análogo.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-03-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.262. Especificación de columnas ahorro por CLIM-03-CP.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Laboratorio u oficina	Carga térmica Total inicial (kw)	Ahorro en carga térmica por				Carga térmica Total final (kw)	6 % de Ahorro en CT final (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/ día (63%)	Ahorro estimado (kwh/día)	
		CLIM-01-CP (kw)	CLIM-02-CP (kw)	CLIM-04-CP (kw)	CLIM-05-CP (kw)						
Administración académica	29.130	1.808	3.528	0.676	4.145	18.973	1.138	0.569	8 (5.04)	2.869	

Fuente: Propia

- 1) Laboratorio u oficina: La primera columna describe la oficina donde se implementará la acción de instalación de termostatos digitales.
- 2) Carga térmica Total inicial (kw): Es el valor de la carga térmica total inicial del cada espacio climatizado sin aislamiento (anteriormente descrito en las tablas 3.126 a 3.143)
- 3) Ahorro en carga térmica “CLIM-01-CP”: Es el valor del ahorro en carga térmica por la acción CLIM-01-CP.
- 4) Ahorro en carga térmica “CLIM-02-CP”: Es el valor del ahorro en carga térmica por la acción CLIM-02-CP.
- 5) Ahorro en carga térmica “CLIM-04-CP”: Es el valor del ahorro en carga térmica por la acción CLIM-04-CP.
- 6) Ahorro en carga térmica “CLIM-05-CP”: Es el valor del ahorro en carga térmica por la acción CLIM-05-CP.
- 7) Carga térmica Total final (kw): Es el valor de la nueva demanda térmica como resultado de la carga térmica total inicial (columna 2) menos los ahorros por la implementación de las acciones CLIM-01-CP, CLIM-02-CP, CLIM-04-CP y CLIM-05-CP.

- 8) 6 % de Ahorro en CT final (kw): Es el 6 % de ahorro en carga térmica calculado sobre la carga final, como consecuencia de aumentar la temperatura de confort de 24 °C a 25 °C.
- 9) Ahorro en carga eléctrica (kw): La columna nueve describe el ahorro en carga eléctrica, equivalente a la mitad del ahorro en carga térmica.
- 10) Horas de uso/ día (63%): Describe las horas de uso del aire acondicionado en cada espacio y el número entre paréntesis es el tiempo de marcha del sistema (63 % del tiempo de uso).
- 11) Ahorro estimado (kwh/día): El ahorro en energía eléctrica, que es igual al producto del ahorro en carga eléctrica multiplicado por el tiempo de marcha de la penúltima columna (número entre paréntesis).

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-03-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro estimado} &= \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} * \text{Horas de uso/día (63\%)} \\
 \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} &= 6 \% \text{ de Ahorro en CT final (kw)} / 2 \\
 6 \% \text{ de Ahorro en CT final (kw)} &= (\text{Carga térmica Total final (kw)}) (0.06) \\
 \text{Carga térmica Total final (kw)} &= \text{Carga térmica Total inicial (kw)} - \Sigma(\text{CLIM-01,02,04,05-CP})
 \end{aligned}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el edificio de Administración Académica UES-FMOcc.

$$\begin{aligned}
 \text{Carga térmica Total final (kw)} &= (29.130) - (1.808+3.528+0.676+4.145) \\
 \text{Carga térmica Total final (kw)} &= 18.973 \text{ KW} \\
 \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} &= ((18.973) (0.06)) / 2 \\
 \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} &= 0.569 \text{ KW} \\
 \text{Ahorro estimado} &= (0.569) (8) (0.63) \\
 \text{Ahorro estimado} &= 2.869 \text{ KWh}
 \end{aligned}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-03-CP.

Tabla 4.263. Ahorros de energía por instalación de termostatos “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina	Carga térmica Total inicial (kw)	Ahorro en carga térmica por				Carga térmica Total final (kw)	5% de Ahorro en CT final (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/ día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
		CLIM-01-CP (kw)	CLIM-02-CP (kw)	CLIM-04-CP (kw)	CLIM-05-CP (kw)					
Centro de computo (primer nivel)	18.785	0.857	1.402	0.198	1.212	15.116	0.907	0.453	8.5 (5.36)	2.428
Oficinas de biblioteca	17.665	1.481	3.702	0.559	3.294	8.629	0.518	0.259	4 (2.52)	0.652
Unidad de servidores	-	0.803	1.220	0.099	0.605	-	-	-	24 (15.12)	-
Depto. Ingeniería (Jefatura)	10.305	0.817	1.351	0.220	1.347	6.570	0.394	0.197	5 (3.15)	0.621
Sala de conferencias (segundo nivel)	14.574	1.119	2.526	0.296	1.818	8.815	0.529	0.264	5 (3.15)	0.833
Unidad de hardware Ingeniería	46.260	1.640	6.489	0.560	3.434	34.137	2.048	1.024	9.5 (5.99)	6.129
Laboratorio I de Idiomas	34.245	1.460	4.054	0.527	3.232	24.972	1.498	0.749	10 (6.30)	4.720
Laboratorio II de Idiomas	13.520	1.215	2.512	0.132	0.808	8.853	0.531	0.266	10 (6.30)	1.673
Depto. Idiomas (Jefatura)	8.557	0.817	1.351	0.220	1.347	4.822	0.289	0.145	5 (3.15)	0.456
Sala de teleconferencias	26.645	1.390	5.443	0.458	2.809	16.545	0.993	0.496	6 (3.78)	1.876
Decanato	39.089	1.458	6.339	1.346	8.255	21.691	1.301	0.651	8 (5.04)	3.280
Depto. de matemática	39.760	1.505	4.932	0.560	3.434	29.329	1.760	0.880	6 (3.78)	3.326
Fuente: Propia									Total de ahorro en energía eléctrica	25.994

Tabla 4.264. Ahorros de energía por instalación de termostatos “Edificio de Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina	Carga térmica Total inicial (kw)	Ahorro en carga térmica por				Carga térmica Total final (kw)	6 % de Ahorro en CT final (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/ día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
		CLIM-01-CP (kw)	CLIM-02-CP (kw)	CLIM-04-CP (kw)	CLIM-05-CP (kw)					
Administración académica	29.130	1.808	3.528	0.676	4.145	18.973	1.138	0.569	8 (5.04)	2.869
Administración Financiera y RRHH	7.960	0.670	0.485	0.150	0.919	5.736	0.344	0.172	8 (5.02)	0.867
Fuente: Propia									Total de ahorro en energía eléctrica	3.736

Tabla 4.265. Ahorros de energía por instalación de termostatos “Edificio de Química y Física”

Laboratorio u oficina	Carga térmica Total inicial (kw)	Ahorro en carga térmica por				Carga térmica Total final (kw)	5% de Ahorro en CT final (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/ día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
		CLIM-01-CP (kw)	CLIM-02-CP (kw)	CLIM-04-CP (kw)	CLIM-05-CP (kw)					
Química Laboratorio de Investigación	5.251	0.826	0.217	0.065	0.393	3.750	0.225	0.113	24 (15.12)	1.701
Departamento de Economía	21.314	1.210	0.985	0.666	2.857	15.596	0.936	0.468	8 (5.04)	2.358
Fuente: Propia									Total de ahorro en energía eléctrica	4.059

Tabla 4.266. Ahorros de energía por instalación de termostatos digitales “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina	Carga térmica Total inicial (kw)	Ahorro en carga térmica por				Carga térmica Total final (kw)	5% de Ahorro en CT final (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas de uso/ día (63%)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
		CLIM-01-CP (kw)	CLIM-02-CP (kw)	CLIM-04-CP (kw)	CLIM-05-CP (kw)					
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	11.775	0.910	1.640	0.140	0.857	8.228	0.494	0.247	8 (5.04)	1.244
Unidad de proyección social	27.360	1.660	2.916	0.270	1.653	20.861	1.252	0.626	8 (5.04)	3.548
Total de ahorro en energía eléctrica										4.793

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-03-CP programada a corto plazo es **38.582 kwh/día**.

Es importante mencionar que la instalación de termostatos digitales tendrá influencia en disminuir otros desperdicios que son más difíciles de cuantificar. Cuando se tienen instalados termostatos análogos como en el caso de la UES-FMOcc se tiene menos control de la temperatura, producto del grado de imprecisión mecánica de la banda bimetalica de éstos y de la escala de graduación que puede ser de ancho de intervalos 5 °C, si se desea precisar la temperatura de trabajo a 24 °C se tendrá en la escala graduada las opciones de 20 °C o 25 °C ajustando a ojo humano los 24 °C y teniendo error humano según el criterio de cada usuario. También hay que sumar el error mecánico mencionado de la banda bimetalica, entonces se podría estar ajustando el sistema a una temperatura menor de 24 °C como producto de estos errores e incurrir en consumo en electricidad de entre 5 y 7 % más por cada grado centígrado de error.

4.7.1.1.3.4. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-05-CP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CLIM-05-CP:** Instalación de protección solar para cristales de ventanas

Una de las acciones enfocada a la línea de acción de mejoramiento y optimización de las instalaciones de la UES-FMOcc es la CLIM-05-CP, la cual consiste en la instalación en ventanas láminas de protección solar tipo polarizado donde con esta acción los cristales de las ventanas se puede ahorrar hasta un 82 % de carga térmica por radiación solar (PROSOL,

2015), esto buscando el nivel óptimo entre reducir el calor y aumentar la visibilidad, ya que, tienen una relación de proporcionalidad inversa.

La acción correctiva en su implementación generaría un ahorro de energía eléctrica, ya que al aislar las láminas de protección solar de un espacio climatizado, el equipo de aire acondicionado debe realizar menos trabajo para desalojar una cantidad de energía térmica al exterior, teniendo de esta manera que se necesita menos energía eléctrica consumida por el aparato para realizar el desalojo de calor y mantener en el espacio en un valor de temperatura de confort.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva CLIM-05-CP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- La región en la que la UES-FMOcc se ubica posee normalmente una temperatura de 32°C.
- La temperatura de confort para una rea climatizada es de un valor de entre 24°C a 27°C.
- Una de las componentes de la luz provenientes del son es la causante del aumento de la temperatura y la lámina de protección solar evita dichos rayos.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-05-CP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.267. Especificación de columnas ahorro por CLIM-05-CP.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Laboratorio u oficina	superficie de ventana (m²)	CT por m² de ventana (W/m²)	CT por ventana sin aislar (w)	Reducción de CT por radiación Solar	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas uso- (incidencia)/ día	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	30.470	209.3	6377.4	65 %	4.145	2.073	8 (4)	8.292

Fuente: Propia

- 1) La primera columna describe la oficina donde se implementará la acción de instalar la protección solar en ventana.
- 2) Superficie de ventana (m²): La segunda columna brinda la cantidad de superficie de ventana que se requiere instalar la protección solar.
- 3) CT por m² de ventana (W/m²): Valor de la carga térmica por cada metro cuadrado de la ventana sin aislar.

- 4) CT por ventana sin aislar (w): Valor de la carga térmica de la ventana sin aislar debida a la radiación solar que penetra a través de los cristales sin protección solar en cada espacio climatizado.
- 5) Reducción de CT por radiación Solar: Porcentaje de disminución de la carga térmica por la radiación solar en ventanas.
- 6) Ahorro en carga térmica (kw): La sexta columna detalla el ahorro en carga térmica en cada oficina como resultado de la instalación de la lámina de protección solar, es equivalente al 65% de la carga térmica por ventana sin aislar (cuarta columna).
- 7) Ahorro en carga eléctrica (kw): El ahorro en carga eléctrica es la mitad del ahorro en carga térmica, debido, a la eficiencia EER = 2 de los aires acondicionados emplazados en la universidad.
- 8) Horas uso-(incidencia)/día: La penúltima columna manifiesta las horas de uso del aire acondicionado y la incidencia de radiación solar sobre la ventana (número entre paréntesis), se estima un tiempo de incidencia máximo de cuatro horas, debido, al horario de oficina y a la trayectoria del sol que solo incidirá la mitad el tiempo en las ventanas.
- 9) Ahorro en energía eléctrica (kwh/día): Esta última columna brinda el dato del ahorro en energía eléctrica que resulta del ahorro en carga eléctrica (columna 7) multiplicado por las horas de incidencia del sol sobre las ventanas (penúltima columna – número entre paréntesis).

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-05-CP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\begin{aligned} \text{Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)} &= \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} * \text{Horas de uso/día (63\%)} \\ \text{Ahorro en carga eléctrica (kw)} &= \text{Ahorro en carga térmica (kw)} / 2 \\ \text{Ahorro en carga térmica (kw)} &= \text{CT por ventana sin aislar (w)} * \text{Reducción de CT por radiación Solar} \\ \text{CT por ventana sin aislar (w)} &= \text{superficie de ventana (m}^2\text{)} * \text{CT por m}^2 \text{ de ventana (W/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el edificio de Administración Académica UES-FMOcc.

$$\begin{aligned} \text{CT por ventana sin aislar (w)} &= (30.470) * (209.3) \\ \text{Ahorro en carga térmica (kw)} &= ((6377.4) (0.65)) / 1000 \\ \text{Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)} &= (2.073) * (4) \end{aligned}$$

Ahorro en energía eléctrica (kwh/día) = 8.292 KWh

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-05-CP.

Tabla 4.268. Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina	superficie de ventana (m ²)	CT por m ² de ventana (W/m ²)	CT por ventana sin aislar (w)	Reducción de CT por radiación Solar	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas uso (incidencia) /día	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	30.470	209.3	6377.4	65 %	4.145	2.073	8 (4)	8.292
Administración Financiera y RRHH	6.753	209.3	1413.4	65 %	0.919	0.459	8 (4)	1.837
Total de ahorro en energía eléctrica								10.129

Fuente: Propia

Tabla 4.269 Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio de Química y Economía”

Laboratorio u oficina	superficie de ventana (m ²)	CT por m ² de ventana (W/m ²)	CT por ventana sin aislar (w)	Reducción de CT por radiación Solar	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas uso (incidencia) /día	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Química Laboratorio de Investigación	2.890	209.3	605	65 %	0.393	0.197	24 (4)	0.786
Departamento de Economía	21.000	209.3	4395.5	65 %	2.857	1.429	8 (4)	5.716
Total de ahorro en energía eléctrica								6.502

Fuente: Propia

Tabla 4.270. Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina	superficie de ventana (m ²)	CT por m ² de ventana (W/m ²)	CT por ventana sin aislar (w)	Reducción de CT por radiación Solar	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas uso (incidencia) /día	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Centro de computo (primer nivel)	8.910	209.3	1864.9	65 %	1.212	0.606	8.5 (4)	2.424
Oficinas de biblioteca	24.210	209.3	5067.2	65 %	3.294	1.647	4 (2)	3.294
Unidad de servidores	4.450	209.3	931.4	65 %	0.605	0.303	24 (4)	1.212
Depto. Ingeniería (Jefatura)	9.900	209.3	2072	65 %	1.347	0.673	5 (2.5)	1.684
Sala de conferencias (segundo nivel)	13.360	209.3	2796.2	65 %	1.818	0.909	5 (2.5)	2.272
Unidad de hardware Ingeniería	25.240	209.3	5282.7	65 %	3.434	1.717	9.5 (4)	6.868
Laboratorio I de Idiomas	23.760	209.3	4973.0	65 %	3.232	1.616	10 (4)	6.465
Laboratorio II de Idiomas	5.940	209.3	1243.2	65 %	0.808	0.404	10 (4)	1.616
Depto. Idiomas (Jefatura)	9.900	209.3	2072.0	65 %	1.347	0.673	5 (2.5)	1.684
Sala de teleconferencias	20.650	209.3	4322.0	65 %	2.809	1.405	6 (3)	4.214

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Decanato	60.675	209.3	12699.0	65 %	8.255	4.127	8 (4)	16.509	
Depto. de matemática	25.245	209.3	5283.8	65 %	3.434	1.717	6 (3)	5.152	
Fuente: Propia								Total de ahorro en energía eléctrica	53.394

Tabla 4.271. Ahorros de energía por protección solar de ventanas “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina	superficie de ventana (m ²)	CT por m ² de ventana (W/m ²)	CT por ventana sin aislar (w)	Reducción de CT por radiación Solar	Ahorro en carga térmica (kw)	Ahorro en carga eléctrica (kw)	Horas uso- (incidencia) /día	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	6.300	209.3	1318.6	65 %	0.857	0.428	8 (4)	1.714	
Unidad de proyección social	12.15	209.3	2543.0	65 %	1.653	0.826	8 (4)	3.304	
Fuente: Propia								Total de ahorro en energía eléctrica	5.018

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-03-CP programada a corto plazo es **75.043 kwh/día**.

El total de ahorro en KWh al día estimado ante la implementación de las acciones correctivas de corto plazo en el Sistema de Equipo de Ofimática es 317.13 KWh/día.

El ahorro total en la implementación de las acciones correctivas a corto plazo es de 758.15 KWh al día.

4.7.2. Estimación de ahorro de energía eléctrica en el mediano plazo

Para el periodo de mediano plazo, se tienen acciones correctivas destinadas a hacer distintas modificaciones en áreas de edificios en función a la línea de acción Administración de Instalaciones Electrónicas Eléctricas y Estructurales, para los sistemas de Iluminación y Climatización. Además sumado a las modificaciones físicas de las instalaciones de la UES-FMOcc, se estima que en este periodo es necesario que la línea de acción Administración de Procesos Administrativos inicie su participación, mediante acciones correctivas enfocadas a aportar a que se generen ahorros, así como para asegurar la permanencia de algunos ahorros generados en el periodo de corto plazo, con lo que estas acciones pretenden tocar aspectos donde establecer una forma bien definida de cómo realizar actividades en el uso de los componentes de los sistemas de Iluminación, Climatización y Equipo Ofimático sea parte complementaria a otros esfuerzos para disminuir el consumo eléctrico. Otro de los aspectos

que se toma en cuenta en este periodo es el enfoque de la creación de conciencia en la comunidad universitaria en el tema energético, por lo que se estima conveniente que mediante las acciones correctivas programadas en este periodo en puedan tenerse algunos aportes en para el plan con lo que la línea de acción Administración de la Cultura Eléctrica se hace presente. En función de cada una de las acciones correctivas que se han programado mediante el diagrama de Gantt, se presentan los ahorros estimados que serían producto de la implementación de estas.

4.7.2.1. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas y Estructurales en el mediano plazo

Se presentan las acciones correctivas programadas en el mediano plazo, enfocadas a la generación de ahorros de energía eléctrica mediante la modificación física de los sistemas **individuales** de Iluminación Climatización y Equipo de Ofimática:

4.7.2.1.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación

Los ahorros de energía eléctrica para el periodo de medio plazo en el Sistema de Iluminación están comprendidos por la acción correctiva que aporta una disminución del consumo eléctrico, siendo esto mediante la sustitución de la iluminación externa en pasillos de la UES-FMOcc. A continuación se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Iluminación en el medio plazo.

4.7.2.1.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-01-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **ILU-01-MP:** Cambio de iluminación en pasillos.

Una de las propuestas de acciones correctivas programadas a mediano plazo es la sustitución de tubos de luminarias tipo fluorescente y potencia de estas de 32 watts, por foco tipo LED de una potencia de 18 watts y especificaciones de iluminación similares pero con

un consumo de un 44% menos que las convencionales, esto en torno a la línea de acción de mejoramiento de las instalaciones de la UES-FMOcc.

El ahorro estimado al implementar la acción correctiva ILU-01-MP se basa en la reducción de la potencia de la carga instalada en el sistema de iluminación de pasillos, ya que se estaría trabajando a 56% de la potencia con respecto a lo que actualmente se hace.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-MP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Tomando que la energía eléctrica consumida es multiplicación de una potencia por la cantidad de horas que esta es usada.
- La disminución de la potencia incide directamente en la disminución del consumo de energía eléctrica consumida.
- Los dispositivos de iluminación en base a tecnología LED presentan ventajas de poseer baja potencia, con un flujo lumínico de características similares a la de una fuente convencional.
- El ahorro en consumo de energía eléctrica se verá reflejada durante la larga vida útil que poseen los dispositivos de iluminación LED que es de aproximadamente 50,000 horas.
- Los dispositivos de iluminación LED tienden a generar una baja potencia reactiva propiciando a mantener un factor de potencia de aproximadamente 0.95.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-MP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.272. Especificación de columnas ahorro por ILU-01-MP.

1 Edificio	2 Área/Zona	3 Consumo e n KWH al día			6 Ahorro
		4 Tubo fluorescente	5 Multiplicador	Bombilla LED	
Edificio de Biología	Pasillo Externo 1	0.896	18/32	0.5	0.4
	Pasillo Externo 2	0.112	18/32	0.063	0.05
	Pasillo Externo 3	1.12	18/32	0.63	0.49

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Es la columna que corresponde al edificio a analizar en cuanto al ahorro esperado por la implementación de la acción correctiva.

- 2) Área/ zona: Indica el espacio puntual en donde se pretende realizar la acción correctiva según la programación de los diagramas Gantt de medio plazo.
- 3) Tubo fluorescente: Es el dato del consumo en KWh que en promedio tendría el espacio puntual del edificio en análisis.
- 4) Multiplicador: Es el dato multiplicador por el cual se tendría en disminución el consumo por el uso de tubos de tecnología LED. Este factor multiplicativo es la constante del producto de la división de las potencias de los dos dispositivos a comparar “ Multiplicador = 18 W LED/ 32 W FLUORESCENTE”
- 5) Bombillo LED: Es el valor que tendría en consumo de energía eléctrica el espacio en análisis al tener un cambio en la carga instala por luminarias de una potencia de 18 W.
- 6) Ahorro estimado: Es el valor estimado del ahorro teórico que se tendría al implementar la acción correctiva ILU-01-MP.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas es en base a la siguiente formula.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Tubo Fluorescente} - \text{Tubo LED}$$

$$\text{Tubo LED} = \text{Multiplicador} * \text{Tubo Fluorescente}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el Pasillo externo 1 de Biología de la UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = (0.896 \text{ KWh}) - (18/32) * (0.896)$$

$$\text{Ahorro estimado} = 0.4 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-MP.

Tabla 4.273. Ahorro estimado para la acción ILU-01-MP

Edificio	Área/Zona	Consumo e n KWH al día			Ahorro
		Tubo fluorescente	Multiplicador	Bombilla E28 LED	
Edificio de Biología	Pasillo Externo 1	0.896	18/32	0.5	0.4
	Pasillo Externo 2	0.112	18/32	0.063	0.05
	Pasillo Externo 3	1.12	18/32	0.63	0.49
Edificio de Economía	Pasillo Externo física	1.05	18/32	0.189	0.86
	Pasillo Externo 1	0.672	18/32	0.189	0.48
	Pasillo Externo 2	1.568	18/32	0.441	1.13

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Edificio de Oficinas Administrativas	Pasillo Externo 1	1.12	18/32	0.63	0.49
	Pasillo Externo 2	0.22	18/32	0.13	0.09
	Pasillo Externo 3	1.12	18/32	0.63	0.49
Edificio "N"	Pasillo Externo 1	1.008	18/32	0.189	0.82
	Pasillo Externo 2	2.352	18/32	0.441	1.91
					7.21

Fuente: Propia

El resultado final de ahorro de energía eléctrica por la implementación de la acción correctiva a medio plazo en la línea de mejoramiento de las instalaciones es de **7.21 KWh/día.**

4.7.2.1.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CON-01-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CON-01-MP:** Control de luces externas.

La acción correctiva CON-01-MP, consiste en instalar un sistema electrónico de encendido y apagado automático de las luces externas de pasillos y unos focos, donde este hace que se enciendan las luces a una hora de la tarde en donde análogamente se enciende según se va ocultando el sol, pero que su hora apagado es programable.

Entre los ahorros que puede percibirse a un periodo de mediano plazo, la instalación de los circuitos de control de luminarias externas es parte de ellas, pues el error humano en el criterio de encendido de luces se tendría a la baja, ya que el energizado de los circuitos de estas luminarias estarían sujetas a las condiciones de luz que se tengan según el tiempo transcurra a ser de noche.

Para obtener la estimación de la participación generada tras la posible implementación de la acción correctiva CON-01-MP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- El ahorro es generado por eliminar el error humano en el encendido de luminarias externas.
- La cantidad tope de horas en las que se tendría encendida las luminarias es las 21:00 horas.

- El encendido dependerá de la cantidad de luz del sol, y no de un tiempo estimado de encendido.
- La acción correctiva podrá genera una disminución de tiempo de aproximadamente unos 25 minutos diarios.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva CON-01-MP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.274. Especificación de columnas ahorro por CON-01-MP.

1	2	3	4	5	6
Edificio	Zona	Consumo en KWh	Multiplicador	Consumo estimado en KWh	Ahorro estimado KWh
Edificio de Biología	Pasillo Externo 1	1.19	185/210	1.05	0.14
	Pasillo Externo 2				
	Pasillo Externo 3				

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Edificio en donde se pretende controlar las luces externas con el sistema de control.
- 2) Zona: Espacio en donde se pretende instalar el sistema de control de luces externas.
- 3) Consumo en KWh: Consumo percibido antes de la implementación de la acción correctiva.
- 4) Multiplicador: Es el factor multiplicativo por el que se tendría la disminución de consumo por la implementación de la acción correctiva. El factor multiplicativo es el producto de quitarle 25 minutos a 210 minutos que es el equivalente de 3.5 horas, esto dividido entre el tiempo de consumo actual que es 2010 “Multiplicador = $(210 - 25) / 210$ ”
- 5) Consumo estimado en KWh: Es el consumo estimado por la implementación de la acción correctiva.
- 6) Ahorro estimado en KWh: Este es el ahorro que se tendría al implementar la acción correctiva.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva CON-01-MP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo en KWh} - \text{Consumo estimado en KWh}$$

*Consumo estimado en KWh = Consumo en KWh * Multiplicador*

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el edificio de Administración Académica UES-FMOcc.

Ahorro estimado = 1.19 KWh – (1.05 KWh) (185/210)

Ahorro estimado = 0.14 KWh

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CON-01-MP.

Tabla 4.275. Ahorro estimado en edificios para la acción CON-01-MP

Edificio	Área/Zona	Consumo KWh	Multiplicador	Consumo estimado en KWh	Ahorro estimado
Edificio de Biología	Pas illo Externo 1	1.19	185/210	1.05	0.14
	Pas illo Externo 2				
	Pas illo Externo 3				
Edificio de Economía	Pas illo Externo física	0.82	185/210	0.72	0.1
	Pas illo Externo 1				
	Pas illo Externo 2				
Edificios de Oficinas Administrativas	Pas illo Externo 1	1.39	185/210	1.22	0.17
	Pas illo Externo 2				
	Pas illo Externo 3				
Edificio "N"	Pas illo Externo 1	0.63	185/210	0.55	0.08
	Pas illo Externo 2				
					0.49

Fuente: Propia

Tabla 4.276. Ahorro estimado en fuentes de energía para la acción CON-01-MP

Fuente de energía	Espacio	Consumo percibido	Multiplicador	Ahorro en KWh	Ahorro en KWh
Transformador N°1	Parqueo	0.63	185/210	0.55	0.08
	Entrada vehicular				
	Cas eta vehicular	0.13	185/210	0.11	0.02
	Entrada vehicular pasillo	0.25	185/210	0.22	0.03
Transformador N°2	Pas illo auditorio	0.06	185/210	0.05	0.01
Transformador N°3	Quosco	0.06	185/210	0.05	0.01
Transformador 4	Bunker lado norte	0.25	185/210	0.22	0.03
Transformador N°5	Edificio "N" (lado sur)	0.13	185/210	0.11	0.02
	Entrada peatonal pasillo				
Banco de transformadores N° 1	Pas illo entre Economía y Administración Académica	0.13	185/210	0.11	0.02
	Aula 10 (lado sur)				
	Pas illo entre Economía y Administración Académica	0.13	185/210	0.11	0.02
Banco de transformadores N° 2	Fuente alrededores	1.51	185/210	1.33	0.18
	Edificio de Usos Múltiples lado es te				
	Edificio de Usos Múltiples lado norte				
					0.46

Fuente: Propia

4.7.2.1.2. Estimación de ahorro de Sistema de Climatización

Los ahorros de energía eléctrica en el periodo del medio plazo para el Sistema de Climatización comprende aquellos que una o más acciones correctivas aportan a que pueda obtenerse una disminución en el consumo eléctrico, siendo esto mediante la modificación del entorno de trabajo de los equipos de aires acondicionados así como la redistribución de las unidades de climatización de la UES-FMOcc. A continuación se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Climatización en el medio plazo.

4.7.2.1.2.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-01-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CLIM-01-MP:** Colocación de burletes y silicón en huecos de puertas y ventanas.

La acción correctiva CLIM-01-MP, está enfocada a participar en la línea de acción de optimizar las instalaciones de la UES-FMOcc, donde esta se basa en la instalación de empaques en ranuras por donde se tendría interacción entre el ambiente externo y un espacio climatizado, aportando así al aislamiento de áreas donde se tiene uso de aires acondicionados.

El ahorro de la colocación de burletes es difícil de cuantificar debido a la dificultad de saber cuánto aire se infiltra cada hora, cada día, cada mes y cada año. La colocación de burletes también ayuda a que el ahorro del 29% de energía del total del consumo en climatización, obtenido con la implementación de las acciones de corto plazo, la materialización de éste depende de que el sistema de climatización funcione correctamente como un todo y la eliminación de infiltración de aire contribuye a sumar individualmente uno o dos puntos porcentuales al 29 % de ahorro en climatización, pero, este 29% no sería posible de manera completa si no se soluciona el escape de energía por infiltración de aire.

Para obtener la estimación de la participación generada tras la posible implementación de la acción correctiva CLIM-01-MP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- La colocación del tipo de burlete y silicón depende del tipo de infiltración de aire en ventana, en puerta o en pared.

- Colocación de burlete tipo RE: Este se coloca en la separación entre el piso y la puerta, evitando la infiltración de aire a través del hueco presente entre el piso y la puerta.
- Colocación de burlete tipo P: Este se coloca en la separación entre el marco de ventana o puerta y la ventana o puerta, respectivamente, evitando la infiltración de aire a través de huecos presentes aun cuando la ventana o puerta está cerrada.
- Colocación de silicón: Esta se coloca en la separación entre la pared y el marco de la ventana o de puerta y la ventana o puerta respectiva, evitando la infiltración de aire a través de huecos presentes aún con la puerta o ventana cerrada.

Ya se explicó que el ahorro de energía es difícil de cuantificar y solo se describió de manera cualitativa al inicio y esta es la causa de no aparecer en las tablas siguientes.

Tabla 4.277. Especificación de columnas ahorro por CLIM-01-MP.

Laboratorio u oficina	Burletes en ventana			Burletes en puertas				Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
	longitud de ventana (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	Longitud de puerta (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	cantidad de burlete tipo PS (m)	
Administración académica	12.24	12.24	12.24	3.78	3.78	3.78	2	-

Fuente: Propia

- 1) Laboratorio u oficina: La primera columna describe la oficina o laboratorio donde se implementará la acción correctiva.
- 2) Longitud de ventana (m): Es el valor correspondiente al perímetro de la ventana (información obtenida de los planos de la UES-FMOcc y de mediciones directas por parte de los autores de este trabajo)
- 3) Cantidad de burlete tipo P (m): Cantidad de burlete tipo P a instalar en la oficina a aislar.
- 4) Cantidad de silicón (m): Cantidad de silicón a utilizar en la oficina a aislar.
- 5) Longitud de puerta (m): Longitud del perímetro de puertas (información obtenida de los planos de la UES-FMOcc y de mediciones directas por parte de los autores de este trabajo)
- 6) Cantidad de burlete tipo P (m): Cantidad de burlete tipo P a instalar en la oficina a aislar.

- 7) Cantidad de silicón (m): Cantidad de silicón a utilizar en la oficina a aislar.
- 8) Cantidad de burlete tipo PS (m): Cantidad de burlete tipo PS a instalar en la oficina a aislar.
- 9) Ahorro en energía eléctrica (kwh/día): la última columna precisa el ahorro en energía eléctrica.

A continuación se presentan los datos de las estimaciones de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-01-MP.

Tabla 4.278. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina	Burletes en ventana			Burletes en puertas				Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
	longitud de ventana (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	Longitud de puerta (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	cantidad de burlete tipo PS (m)	
Administración académica	12.24	12.24	12.24	3.78	3.78	3.78	2	-
Administración Financiera y RRHH	6.00	6.00	6.00	3.78	3.78	3.78	2	-
Fuente: Propia							Total de ahorro en energía eléctrica	-

Tabla 4.279. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Química y Economía”

Laboratorio u oficina	Burletes en ventana			Burletes en puertas				Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
	longitud de ventana (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	Longitud de puerta (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	cantidad de burlete tipo PS (m)	
Química Laboratorio de Investigación	2.15	2.15	2.15	2.20	2.20	2.20	1.00	-
Departamento de Economía	30.00	30.00	30.00	4.00	4.00	4.00	2.00	-
Fuente: Propia							Total de ahorro en energía eléctrica	-

Tabla 4.280. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina	Burletes en ventana			Burletes en puertas				Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
	longitud de ventana (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	Longitud de puerta (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	cantidad de burlete tipo PS (m)	
Centro de computo (primer nivel)	14.40	14.40	14.40	6.00	6.00	6.00	1.00	-
Oficinas de biblioteca	30.20	30.20	30.20	12.00	12.00	12.00	2.00	-
Unidad de servidores	-	-	-	6.00	6.00	6.00	1.00	-
Depto. Ingeniería (Jefatura)	14.40	14.40	14.4	12.00	12.00	12.00	2.00	-
Sala de conferencias (segundo nivel)	21.60	21.60	21.60	12.00	12.00	12.00	2.00	-
Unidad de hardware Ingeniería	45.00	45.00	45.00	12.00	12.00	12.00	2.00	-
Laboratorio I de Idiomas	34.20	34.20	34.20	12.00	12.00	12.00	2.00	-
Laboratorio II de Idiomas	10.80	10.80	10.80	6.00	6.00	6.00	1.00	-

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Depto. Idiomas (Jefatura)	14.40	14.40	14.40	12.00	12.00	12.00	2.00	-	
Sala de teleconferencias	45.00	45.00	45.00	18.00	18.00	18.00	3.00	-	
Decanato	64.80	64.80	64.80	18.00	18.00	18.00	3.00	-	
Depto. de matemática	29.70	29.70	29.70	6.00	6.00	6.00	1.00	-	
Fuente: Propia								Total de ahorro en energía eléctrica	-

Tabla 4.281. Ahorros de energía por colocación de burletes “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina	Burletes en ventana			Burletes en puertas				Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
	longitud de ventana (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	Longitud de puerta (m)	Cantidad de burlete tipo P (m)	Cantidad de silicón (m)	cantidad de burlete tipo PS (m)		
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	11.40	11.40	11.40	18.00	18.00	18.00	3	-	
Unidad de proyección social	15.40	15.4	15.4	12.00	12.00	12.00	2	-	
Fuente: Propia								Total de ahorro en energía eléctrica	-

4.7.2.1.2.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-02-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **CLIM-02-MP:** Redistribución de unidades de aire acondicionado.

La acción correctiva CLIM-02-MP, está enfocada a participar en la línea de acción de optimización de las instalaciones de la UES-FMOcc, donde esta consiste en realizar un intercambio de las unidades de aires acondicionados en base al cálculo de las demandas térmicas de los espacios climatizados. Dichos intercambios de aires acondicionados es desinstalar una unidad e intercambiarlo por otro que proporcione características adecuadas para climatizar un espacio sin sobrecargar el equipo haciéndolo trabajar más tiempo de lo debido.

Para obtener la estimación de la participación generada tras la posible implementación de la acción correctiva CLIM-02-MP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- En caso que una oficina o laboratorio tenga déficit en capacidad de refrigeración, ocasiona que el aire acondicionado trabaje un mayor tiempo del normal (mayor que el 63% del tiempo de uso normal) como efecto que la demanda térmica del espacio a

climatizar es mayor que la capacidad de refrigeración del aire acondicionado, lo produce que la tasa de generación de energía térmica dentro de la oficina o laboratorio es mayor que la tasa de energía térmica que el sistema de climatización puede evacuar al exterior de este espacio, produciendo un desperdicio de electricidad.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-02-MP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.282. Especificación de columnas ahorro por CLIM-02-MP.

1		2	3	4	5	6	7	8
Laboratorio u oficina		Demanda térmica sin aislamiento + 10%	Demanda térmica con aislamiento	Demanda térmica con aislamiento + 10%	Capacidad de refrigeración instalada actualmente	Capacidad de refrigeración recomendada	Ahorro en capacidad de Refrigeración	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	kw	32.043	18.973	20.870				-
	TR	9.111	5.395	5.934	10.00	6.00	4.00	-

Fuente: Propia

- 1) Laboratorio u oficina: Se describe espacio climatizado, además de las unidades kw (kilo-watt) y TR (Toneladas de Refrigeración) utilizadas.
- 2) Demanda térmica sin aislamiento + 10%: Describe la demanda térmica sin aislamiento, sin la implementación de ninguna acción correctiva, más un 10 %.
- 3) Demanda térmica con aislamiento: Se detalla la demanda térmica ya con aislamiento producto de las acciones climatización de corto plazo (información obtenida de las tablas 4.15 a 4.19).
- 4) Demanda térmica con aislamiento + 10%: Se refleja la nueva demanda térmica definida para cada laboratorio u oficina climatizada más un 10%, menor debido implementación de las acciones de corto plazo.
- 5) Capacidad de refrigeración instalada actualmente: La columna 5 manifiesta la capacidad de refrigeración instalada actual.
- 6) Capacidad de refrigeración recomendada: Es el nuevo valor de demanda recomendado de instalación en capacidad de refrigeración, aproximado al entero superior por los intervalos de 1 TR en la oferta de unidades de aire acondicionado.
- 7) Ahorro en capacidad de Refrigeración: Se detalla el ahorro en toneladas de refrigeración como producto del aislamiento térmico, este ahorro es igual a la

capacidad de refrigeración actual (columna 5) menos la capacidad de refrigeración recomendada (columna 6). Este ahorro en capacidad de refrigeración sería posible si se instala en cada oficina la capacidad de refrigeración recomendada en la columna 6, un valor negativo en este ahorro (números en color rojo) representa que se debe instalar más capacidad en refrigeración, las oficinas donde se presente este problema serán la prioridad en la distribución de unidades.

- 8) Ahorro en energía eléctrica (kwh/día): En la última columna se refleja el ahorro en energía eléctrica como producto de la redistribución de aires acondicionados, sin embargo, no se ha hecho, porque, la redistribución no bajará el consumo en electricidad por sí sola, debido, a que finalmente se tendrán en funcionamiento la misma cantidad de aires acondicionados que al principio, excepto en dos casos.

Tabla 4.283. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina		Demanda térmica sin aislamiento + 10%	Demanda térmica con aislamiento	Demanda térmica con aislamiento + 10%	Capacidad de refrigeración instalada actualmente	Capacidad de refrigeración recomendada	Ahorro en capacidad de Refrigeración	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	kw	32.043	18.973	20.870				-
	TR	9.111	5.395	5.934	10.00	6.00	4.00	-
Administración Financiera y RRHH	kw	8.756	5.736	6.310				-
	TR	2.490	1.631	1.794	4.00	2.00	2.00	-
Total de ahorro en energía eléctrica								-

Fuente: Propia

Tabla 4.284. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Química y Economía”

Laboratorio u oficina		Demanda térmica sin aislamiento + 10%	Demanda térmica con aislamiento	Demanda térmica con aislamiento + 10%	Capacidad de refrigeración instalada actualmente	Capacidad de refrigeración recomendada	Ahorro en capacidad de Refrigeración	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Química laboratorio de investigación	kw	5.776	3.750	4.125				-
	TR	1.642	1.066	1.173	3.00	2.00	1.00	-
Departamento de Economía	kw	23.445	15.596	17.156				-
	TR	6.666	4.434	4.878	5.00	5.00	0.00	-
Total de ahorro en energía eléctrica								-

Fuente: Propia

Tabla 4.285. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina		Demanda térmica sin aislamiento + 10%	Demanda térmica con aislamiento	Demanda térmica con aislamiento + 10%	Capacidad de refrigeración instalada actualmente	Capacidad de refrigeración recomendada	Ahorro en capacidad de Refrigeración	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Centro de computo (Primer nivel)	kw	20.663	15.116	16.628				-	
	TR	5.875	4.298	4.728	3.00	5.00	-2.00	-	
Oficinas de biblioteca	kw	19.431	8.629	9.492				-	
	TR	5.525	2.453	2.699	6.00	3.00	3.00	-	
Unidad de servidores	kw	-	-	-		-	-	-	
	TR	-	-	-	3.00	-	-	-	
Depto. Ingeniería (Jefatura)	kw	11.336	6.570	7.227				-	
	TR	3.223	1.868	2.055	3.00	2.00	1.00	-	
Sala de conferencias (segundo nivel)	kw	16.037	8.815	9.696				-	
	TR	4.560	2.507	2.757	5.00	3.00	2.00	-	
Unidad de hardware Ingeniería	kw	50.886	34.137	37.551				-	
	TR	14.469	9.706	10.677	12.00	11.00	1.00	-	
Laboratorio I de Idiomas	kw	37.670	24.972	27.469				-	
	TR	10.711	7.100	7.810	4.00	8.00	-4.00	-	
Laboratorio II de Idiomas	kw	14.872	8.853	9.738				-	
	TR	4.229	2.217	2.769	4.00	3.00	1.00	-	
Depto. Idiomas (Jefatura)	kw	9.413	4.822	5.304				-	
	TR	2.676	1.371	1.508	3.00	2.00	1.00	-	
Sala de teleconferencias	kw	29.310	16.545	18.200				-	
	TR	8.334	4.705	5.175	10	6.00	4.00	-	
Decanato	kw	42.998	21.691	23.860				-	
	TR	12.226	6.167	6.784	15	7.00	8.00	-	
Depto. de matemática	kw	43.736	29.329	32.262				-	
	TR	12.436	8.339	9.173	12	10.00	2.00	-	
Fuente: Propia								Total de ahorro en energía eléctrica	-

Tabla 4.286. Ahorros de energía por redistribución de unidades de aire acondicionado “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina		Demanda térmica sin aislamiento + 10%	Demanda térmica con aislamiento	Demanda térmica con aislamiento + 10%	Capacidad de refrigeración instalada actualmente	Capacidad de refrigeración recomendada	Ahorro en capacidad de Refrigeración	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	kw	12.952	8.228	9.051				26.59	
	TR	3.683	2.339	2.573	6	3.00	3.00	-	
Unidad de proyección social	kw	30.096	20.861	22.947				-	
	TR	8.557	5.931	6.5246	8	7.00	1.00	-	
Fuente: Propia								Total de ahorro en energía eléctrica	26.59

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-02-MP programada a medio plazo es de **\$26.59 KWh/día.**

4.7.2.2. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Procesos Administrativos en el mediano plazo

Se presentan las acciones correctivas programadas en el mediano plazo, enfocadas a la generación de ahorros de energía eléctrica mediante la implementación de procedimientos de uso eficiente de los sistemas **individuales** de Iluminación, Climatización y Equipo de Ofimática.

4.7.2.2.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación

Los ahorros de energía eléctrica para el periodo de medio plazo en los procesos del Sistema de Iluminación están comprendidos por la acción correctiva que aporta una disminución del consumo eléctrico, siendo esto mediante la capacitación en el uso eficiente del sistema de iluminación de la UES-FMOcc. A continuación se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Iluminación en el medio plazo

4.7.2.2.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: PILU-01-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **PILU-01-MP:** Capacitación sobre uso eficiente del sistema de iluminación.

La acción correctiva PILU-01-MP, es parte de las acciones enfocadas a el fortalecimiento del mejoramiento de la forma de trabajo en torno a la implementación de procedimientos del uso de los activos de la UES-FMOcc. Esta acción consiste es realizar las gestiones para capacitar al personal de UES-FMOcc enfocada en buenas prácticas en el uso del sistema de iluminación, además de involucrar a el alumnado para guardar los intereses de la Facultad mediante un buen uso de espacios de estudio.

Este tipo de acción correctiva no es generadora de ahorros de energía eléctrica por sí sola, pues más bien su función principal es aportar al sostenimiento de otro tipo de ahorros que si son generados por la implementación de acciones correctivas a corto plazo. Esta acción correctiva tiene aportaciones de distinta índole donde no puede ser cuantificables en WKWh, pero que ante su implementación sería un pilar fundamental para cambios por parte de los

usuarios del sistema de iluminación. Se presentan las aportaciones que podría tener la acción PILU-01-MP ante los ahorros generados por las acciones correctivas programadas para el corto plazo.

Se presenta la lista de puntos en donde la acción PILU-01-MP brinda un aporte en la búsqueda de ahorros de energía eléctrica generados por la implementación de ILU-01-CP, ILU-02-CP, ILU-03-CP y ILU-04-CP:

- Sostenimiento del ahorro generado por las acciones correctivas ILU-01-CP, ILU-02-CP y ILU-03-CP.
- Fortalecer buenas prácticas por parte de la comunidad universitaria en el uso de espacios como aulas y laboratorios, enfocado a utilizar únicamente una cantidad puntual de luminarias que sea representativo al espacio en donde se llevara una actividad que necesite aumentar los niveles de iluminación, ejemplo de ellos en el momento de hacer prácticas en laboratorios o en horas que se recibe clase en aulas, tomando en cuenta el volumen de alumnos con respecto al área que si estos utilizan dentro del aula o laboratorio.
- Incentivar al personal de la UES-FMOcc que posee a área de trabajo como lo es un cubículo, a que encienda únicamente las luminarias que corresponden a dicho cubículo en caso de ser necesario, además de poder brindar fortalecimiento a incentivar hábitos del apagado de luminarias cuando ya no sea necesario el uso de estas.
- Evitar desperdicios en consumo eléctrico por aulas que son dejadas con las luces encendidas después de recibir clases en estas.
- Promover en la comunidad universitaria el apagado de luces si se tiene detectado un desperdicio de energía eléctrica por luminarias encendidas sin necesidad alguna.
- Brindar mayor información en el tema de ahorro energético.

Se presenta la lista de puntos en donde la acción PILU-01-MP brinda un aporte en la búsqueda de ahorros de energía eléctrica generados por la implementación de ILU-04-CP:

- Sostenimiento del ahorro generado por las acciones correctivas ILU-04-CP.
- Concientizar que aunque se tenga un espacio iluminación a base de tecnología LED, no es suficiente si no se tiene en cuenta que de la mano de esto es necesario

presentar un buen uso de este recurso para evidenciar mejores resultados en el ahorro esperado.

- Dar a conocer que la implementación de un sistema de iluminación con tecnología LED, se basa en bajar la carga instalada y que el costo los cambios es alto, por lo que es necesario cuidarlo mediante un buen uso.
- Dar a conocer a los usuarios que un tubo de tecnología LED tiene una cantidad vida útil de 50,000 horas, por lo que usar únicamente el tiempo que realmente se necesita iluminar un espacio aporta a que el tiempo de sustitución de los tubos se prolongue y evitando así desembolsos continuos.

Se presenta la lista de puntos en donde la acción PILU-01-MP brinda un aporte en la búsqueda de ahorros de energía eléctrica generados por la implementación de ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP:

- Sostenimiento del ahorro generado por las acciones correctivas ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP.
- Dar a conocer al personal de la UES-FMOcc, que tienen a su cargo un cubículo puede optar al uso de iluminación natural a ciertas horas del día en sustitución del uso de luminarias.
- Dar lineamientos del uso de aulas y laboratorios que a raíz de la implementación de las acciones correctivas ILU-07-CP, ILU-08-CP, ILU-09-CP y ILU-10-CP, es posible utilizar iluminación natural en sustitución de las luminarias instaladas en el lugar.

4.7.2.2.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: PCLIM-01-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **PCLIM-01-MP:** Internalización del mantenimiento de aires acondicionados.

La acción correctiva PCLIM-01.MP, se enfoca a realizar la gestión para realizar el mantenimiento del equipo de aires acondicionados mediante el desvío de fondos, reparaciones y mantenimiento preventivos de la unidad de mantenimiento de la UES-FMOcc.

En este caso los ahorros no son directamente sobre el recurso energético, sino, sobre el recurso financiero que la universidad paga a empresas externas que brindan el mantenimiento al sistema de climatización. Actualmente la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la universidad de El Salvador paga alrededor de \$ 8 000.00 anuales para el mantenimiento del sistema de climatización, lo cual ilógico, ya que, esta contrató un técnico en aires acondicionados hace algunos años. Según las autoridades de la facultad el problema de contratación radica a que no se cuenta con el equipo para brindar internamente el mantenimiento aunque se cuente con el recurso humano-técnico. Entonces se propone comprar el equipo necesario con costo de \$ 1 025.16 y costo para reabastecimiento de insumos refrigerantes de \$ 193.40/año. En consecuencia se tendrán los siguientes ahorros financieros.

Tabla 4.287. Ahorros económicos de la internación del mantenimiento de aires acondicionados

Año	Partida presupuestaria	Costo de equipo	Costos de insumos	Ahorros
1	\$ 8 000.00	\$ 1 025.16	-	\$ 6 974.16
2	\$ 8 000.00	-	\$ 193.40	\$ 7 806.60
3	\$ 8 000.00	-	\$ 193.40	\$ 7 806.60
4	\$ 8 000.00	-	\$ 193.40	\$ 7 806.60
5	\$ 8 000.00	-	\$ 193.40	\$ 7 806.60
Total	\$ 40 000.00	\$ 1 025.16	\$ 773.60	\$ 38 200.56

Fuente: Propia

El ahorro total estimado de **\$ 38 200.56** es durante el tiempo de planificación de cinco años, sin embargo se seguirá ahorrando en los siguientes años durante el mantenimiento del sistema de climatización se haga internamente.

4.7.2.2.1.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: PCLIM-02-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el corto plazo:

- **PCLIM-02-MP:** Capacitación sobre funcionamiento y uso del aire acondicionado.

De manera integral para que el sistema de aires acondicionados funcione correctamente y se logre obtener el ahorro estimado del 30% del consumo de energía en climatización producto de la implementación de las acciones del corto plazo, la capacitación

al personal usuario es fundamental. Ya que, el sistema funciona como un todo y no pueden obtenerse el ahorro por aislamiento de techos, paredes y ventanas de manera completa si las puertas y ventanas de las oficinas climatizadas permanecen abiertas permitiendo ganancia de energía térmica por significativos, lo cual describe la importancia de que la comunidad universitaria adopte prácticas de uso del sistema de climatización que beneficien el ahorro de energía, infiltración de aire, otro ejemplo es cuando los usuarios no ajustan el termostato a la temperatura de confort de 25 °C precisada, actividades que tienen que ver con el uso que el usuario le da al sistema. En consecuencia si no se cambia la forma en que se utiliza este sistema es probable que no se obtengan ahorros.

Ahora de manera individual la capacitación sobre funcionamiento y uso del aire acondicionado contribuye al ahorro. En las normas de uso sobre este sistema se propone el horario de funcionamiento que va por la mañana desde la 9:00 am hasta las 12:00 pm y por la tarde de 2:00 pm hasta 5:00 pm, todo consumo fuera de este horario se considera un desperdicio en electricidad, en consecuencia al eliminar el desperdicio, este se convertiría en ahorro. Para eliminar éste además del horario de uso del sistema de climatización propuesto, se controla la alimentación eléctrica de las unidades de aire acondicionado a través de logocación CON-02-MP los cuales únicamente alimentaran los circuitos del sistema en el horario propuesto, asegurando el ahorro de energía. Las horas en las cuales se utiliza el aire acondicionado en las diferentes oficinas y laboratorios, y que están fuera del horario de uso propuesto se describen de color naranja en la siguiente tabla.

Tabla 4.288. Desperdicios sobre el horario de uso propuesto en el sistema de climatización

Unidad, departamento o Laboratorio Climatizado	06:	07:	07:	08:	08:	09:	09:	10:	10:	11:	11:	12:	12:	01:	01:	02:	02:	03:	03:	04:	04:	05:	05:	06:	06:
Laboratorio de investigación (Química)																									
Departamento de economía																									
Administración Académica																									
Administración financiera y RRHH																									
Medicina (Jefatura y sala de docentes)																									
Unidad de Proyección Social																									
Oficinas de biblioteca																									
Centre de computo (primer nivel)																									
Unidad de Servidores																									
Departamento de Ingeniería (jefatura y sala de docentes)																									
Departamento de idiomas (jefatura y sala de docentes)																									
Laboratorios de Idiomas I																									
Laboratorios de Idiomas II																									
Unidad de Hardware																									
Sala de conferencias (Segundo nivel)																									
Departamento de matemática																									
Sala de teleconferencias (Tercer nivel)																									
Decanatura																									

Fuente: Trabajadores de las oficinas y departamentos climatizado en la UES-FMOcc

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-02-MP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.289. Especificación de columnas por CLIM-01-MP.

1	2	3	4	5	6
Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo (kw)	Cantidad de horas fuera del horario de uso	Consumo actual al 63% (kwh por día)	Consumo medio plazo al 44.1% (kwh por día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	17.585	2	22.16	15.51	15.51

Fuente: Propia

- 1) **Laboratorio u oficina:** Lugar donde se pretende que la acción correctiva genera algún tipo de ahorro.
- 2) **Potencia de trabajo (kw):** es la potencia a la que la unidad de aire acondicionado funciona.
- 3) **Cantidad de horas fuera del horario de uso:** Detalla para cada oficina y laboratorio la cantidad de horas que el sistema de aire acondicionado funciona fuera del horario de uso, las cuales se eliminarán.
- 4) **Consumo actual al 63% (kwh por día):** Detalla el consumo de energía en las horas fuera del horario propuesto y en condiciones actuales con el 63% del tiempo de marcha del sistema, cada resultado surge como el 63% del producto de las columnas 2 y 3.
- 5) **Consumo medio plazo al 44.1% (kwh por día):** Detalla el consumo de energía en las horas fuera del horario propuesto y en condiciones de medio plazo (con las acciones de corto plazo implementadas) con un tiempo de marcha reducido hasta el 44.1%, cada resultado surge como el 44.1% del producto de las columnas 2 y 3.
- 6) **Ahorro en energía eléctrica (kwh/día):** Detalla el ahorro en electricidad como efecto eliminar la utilización del sistemas de climatización en las horas fuera del horario de uso propuesto, como este ahorro se pretende en el medio plazo, sería igual al consumo que tendría el sistema en las horas fuera del horario y con las acciones de corto plazo ya implementadas.

Para realizar el cálculo del ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva CLIM-02-MP se explica mediante el uso de la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)} = \text{Potencia de trabajo (kw)} * \text{Cantidad de horas fuera del horario de uso} * (0.441)$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el edificio de Administración Académica UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)} = (17.585 \text{ KW}) * (2 \text{ h}) * (0.441)$$

$$\text{Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)} = 15.51 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-02-MP.

Tabla 4.290. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo (kw)	Cantidad de horas fuera del horario de uso	Consumo actual al 63% (kwh por día)	Consumo medio plazo al 44.1% (kwh por día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	17.585	2	22.16	15.51	15.51
Administración Financiera y RRHH	7.034	2	8.86	6.20	6.20
Total de ahorro en energía eléctrica					21.71

Fuente: Propia

Tabla 4.291. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Química y Economía”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo (kw)	Cantidad de horas fuera del horario de uso	Consumo anterior al 63% (kwh por día)	Consumo nuevo al 44.1% (kwh por día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Química Laboratorio de Investigación	5.276	0	0	0	0
Departamento de Economía	8.793	2	11.08	7.76	7.76
Total de ahorro en energía eléctrica					7.76

Fuente: Propia

Tabla 4.292. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo (kw)	Cantidad de horas fuera del horario de uso	Consumo anterior al 63% (kwh por día)	Consumo nuevo al 44.1% (kwh por día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Centro de computo (primer nivel)	5.276	2.5	8.31	5.82	5.82
Oficinas de biblioteca	10.551	0	0	0	0
Unidad de servidores	5.276	0	0	0	0
Depto. Ingeniería (Jefatura)	5.276	0	0	0	0
Sala de conferencias (segundo nivel)	8.793	0	0	0	0
Unidad de hardware Ingeniería	21.102	3.5	46.53	32.51	32.51

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Laboratorio I de Idiomas	7.034	4	17.73	12.41	12.41
Laboratorio II de Idiomas	7.034	4	17.73	12.41	12.41
Depto. Idiomas (Jefatura)	5.276	0	0	0	0
Sala de teleconferencias	17.585	1	11.08	7.75	7.75
Decanato	26.378	2	33.24	23.27	23.27
Depto. de matemática	21.102	0	0	0	0
Fuente: Propia					94.17
Total de ahorro en energía eléctrica					94.17

Tabla 4.293. Ahorros de energía por horario de uso en climatización “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo (kw)	Cantidad de horas fuera del horario de uso	Consumo anterior al 63% (kwh por día)	Consumo nuevo al 44.1% (kwh por día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	10.551	2	13.29	9.31	9.31
Unidad de proyección social	14.068	2	17.73	12.41	12.41
Fuente: Propia					21.72
Total de ahorro en energía eléctrica					21.72

El ahorro total por la implementación de la acción PCLIM-02-MP “capacitación sobre funcionamiento y uso del aire acondicionado” es la suma de los resultados calculados para cada edificio detallado en las tablas anteriores cuyo valor es **145.36 kwh/día**.

4.7.2.3. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Cultura Eléctrica en el mediano plazo

Se presentan las acciones correctivas programadas en el mediano plazo, enfocadas a la generación de ahorros de energía eléctrica mediante la concientización de los beneficios de poseer buenos hábitos en el uso de los sistemas de Iluminación, Climatización y Equipo de Ofimática.

4.7.2.3.1. Estimación de ahorro de Sistema de Cultura

Los ahorros de energía eléctrica para el periodo de medio plazo en el Sistema de Cultura están comprendidos por la acción correctiva que aporta una disminución del consumo eléctrico, siendo esto mediante campañas de concientización sobre ahorro de energía

eléctrica en la UES-FMOcc. A continuación se presentan los ahorros estimados para el medio plazo.

4.7.2.3.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CULT-01-MP, CULT-02-MP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el mediano plazo:

- **CULT-01-MP:** Campaña de concientización sobre ahorro de energía eléctrica.
- **CULT-01-MP:** Campaña de concientización sobre ahorro de energía eléctrica.

Las acciones correctivas CULT-01-MP y CULT-02-MP, parte de los esfuerzos que deben ser realizados en marco de tener un éxito completo en el plan de ahorro de energía eléctrica, pues estas involucran directamente a los usuarios de los sistemas de iluminación, climatización y equipo de oficina en función de poder mejorar la forma en que se hace uso de estos recursos en la UES-FMOcc. Estas dos acciones correctivas están enfocadas a la generación de una conciencia de cuidado de los recursos energéticos que son activos de la Facultad, así como los que pertenecen a los mismos. La base en la que estas dos acciones correctivas se cimientan es la línea de acción Administración de Cultura Eléctrica.

El tipo de acciones correctivas presentadas no son generadoras de ahorros de energía eléctrica por si solas, pues se sustentan como fin que se debe concientizar a la comunidad universitaria que deben hacer buen uso del recurso energético ya modificado mediante las acciones correctivas de corto plazo y parte de mediano plazo, y por eso se puede decir que el propósito para el cual se pretendería implementar CULT-01-MP y CULT-02-MP es el mantenimiento de los ahorros generados por otras acciones correctivas, y su aporte en cada una de ellas se tiene en poder practicar las normas especificadas en un portafolios detallado en el anexo 3. Se presenta una serie de puntos en los que las acciones correctivas portan al plan de ahorro de energía eléctrica.

Sistema de Iluminación

- Evitar dejar luminarias encendidas en aulas después de terminada una clase.
- Evitar encender luminarias que no sean necesarias.

- Usar luz natural si no es necesario encender las luminarias.

Sistema de Equipo de Ofimática

- Evitar dejar equipo conectado a la fuente de alimentación cuando no está en uso.
- Apagar equipo de ofimática en períodos largos cuando no está en uso.
- Evitar sobrecargar las fuentes de alimentación.

Sistema de Climatización

- Utilizar el equipo de climatización a temperatura promedio de 24 a 27 grados Celsius.
- Mantener puertas y ventanas cerradas en áreas con sistemas de aire acondicionado en funcionamiento.

El ahorro total en la implementación de las acciones correctivas a medio plazo es de 184.69 KWh al día.

4.7.3. Estimación de ahorro de energía eléctrica en el largo plazo

El último de los periodos de implementación de las acciones correctivas es el largo plazo, donde se tiene la culminación de las actividades de modificación en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de oficina. En cuestión de la aplicación de las líneas de acción se tiene presencia de Administración de las Instalaciones Electrónicas - Eléctricas y Estructurales, en este período se tiene enfocado modificar las condiciones de los tres sistemas que se han venido trabajando, además se tiene la participación de la línea de acción de Administración de la Tarifa mediante actividades enfocadas a incidir en los tres sistemas pero de forma conjunta.

En el caso de los ahorros que sería percibido al largo plazo son debido a un grupo de acciones correctivas, mientras que otras se estima que servirán para poder tener un control en el plan que se presenta. A continuación se presentan los ahorros estimados para el periodo de largo plazo.

4.7.3.1. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de Instalaciones Eléctricas – Electrónicas y Estructurales en el largo plazo

Se presentan las acciones correctivas programadas en el largo plazo, enfocadas a la generación de ahorros de energía eléctrica mediante la modificación física de los sistemas **individuales** de Iluminación Climatización y Equipo de Ofimática:

4.7.3.1.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación

Los ahorros de energía eléctrica para el periodo de largo plazo en el Sistema de Iluminación están comprendidos por la acción correctiva que aporta una disminución del consumo eléctrico, siendo esto mediante la sustitución de la iluminación externa en la UES-FMOcc. A continuación se presentan los ahorros estimados para el Sistema de Iluminación en el largo plazo.

4.7.3.1.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: ILU-01-LP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el largo plazo:

- **ILU-01-LP:** Cambio de lámparas fluorescentes por lámparas LED.

Una de las propuestas de acciones correctivas programadas a largo plazo es la sustitución de tubos de luminarias tipo fluorescente y potencia de estas de 32 watts, por tubos tipo LED de una potencia de 18 watts y especificaciones de iluminación similares pero con un consumo de un 44% menos que las convencionales, esto en torno a la línea de acción de mejoramiento de las instalaciones de la UES-FMOcc.

El ahorro estimado al implementar la acción correctiva ILU-01-LP se basa en la reducción de la potencia de la carga instalada en el sistema de iluminación interna, ya que se estaría trabajando a 56% de la potencia con respecto a lo que actualmente se hace. Sumado al ahorro planteado tendrían beneficios adicionales como disminución en la temperatura del espacio y mejoras en los niveles de iluminación.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-LP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Tomando que la energía eléctrica consumida es multiplicación de una potencia por la cantidad de horas que esta es usada.
- La disminución de la potencia incide directamente en la disminución del consumo de energía eléctrica consumida.
- Los dispositivos de iluminación en base a tecnología LED presentan ventajas de poseer baja potencia, con un flujo lumínico de características similares a la de una fuente convencional.
- El ahorro en consumo de energía eléctrica se verá reflejada durante la larga vida útil que poseen los dispositivos de iluminación LED que es de aproximadamente 50,000 horas.
- Los dispositivos de iluminación LED tienden a generar una baja potencia reactiva propiciando a mantener un factor de potencia de aproximadamente 0.95.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-LP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.294. Especificación de columnas ahorro por ILU-01-LP.

1 Edificio	2 Área/ Zona	3 Consumo en KWh al día			6 Ahorro Estimado
		4 Medio Plazo	5 Multiplicador	Tubo LED	
Edificio de Biología	Todo el Edificio	8.25	18/32	4.62	3.63

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Es la columna que corresponde al edificio a analizar en cuanto al ahorro esperado por la implementación de la acción correctiva.
- 2) Área/ zona: Indica el espacio puntual en donde se pretende realizar la acción correctiva según la programación de los diagramas Gantt de largo plazo.
- 3) Tubo fluorescente: Es el dato del consumo en KWh que en promedio tendría el espacio puntual del edificio en análisis.
- 4) Multiplicador: Es el dato multiplicador por el cual se tendría en disminución el consumo por el uso de tubos de tecnología LED. Este factor multiplicativo es la

constante que producto de la división de las potencias de los dos dispositivos a comparar “ Multiplicador = 18 W LED/ 32 W FLUORESCENTE”

- 5) Tubo LED: Es el valor que tendría en consumo de energía eléctrica el espacio en análisis al tener un cambio en la carga instala por luminarias de una potencia de 18 W.
- 6) Ahorro estimado: Es el valor estimado del ahorro teórico que se tendría al implementar la acción correctiva ILU-01-LP.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas es en base a la siguiente formula.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Tubo Fluorescente} - \text{Tubo LED}$$

$$\text{Tubo LED} = \text{Multiplicador} * \text{Tubo Fluorescente}$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el Laboratorio de investigación de Química de la UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = (8.25 \text{ KWh}) - (18/32) * (8.25)$$

$$\text{Ahorro estimado} = 3.63 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva ILU-01-LP.

Tabla 4.295. Ahorro estimado para la acción ILU-01-LP.

Edificio	Área/ Zona	Consumo en KWh al día			Ahorro Estimado
		Me dio Plazo	Multiplicador	Tubo LED	
Edificio de Biología	Todo el Edificio	8.25	18/32	4.62	3.63
Oficinas Administrativas	Atención Estudiantil	0.85	18/32	0	0
	Administración Académica	1.28	18/32	0	0
	Jefatura Administración Financiera	0.42	18/32	0	0
	Jefatura Recursos Humanos	0.4	18/32	0	0
	Resto del Edificio	8.72	18/32	4.88	3.84
AGEFMO	Todo el Edificio	0.19	18/32	0.11	0.08
Edificio de Economía	Lab. Investigación de Química	0.06	18/32	0	0
	Dep. de Ciencias Económicas	0.18	18/32	0	0
	Resto del Edificio	22.78	18/32	12.76	10.02
Aulas 2-10 y M	Todas las Aulas	36.04	18/32	20.18	15.86
Edificio de Ciencias Jurídicas	Todo el Edificio	6.59	18/32	3.69	2.9
Clínica Extramural Santa Ana	Todo el Edificio	5.79	18/32	3.24	2.55
Edificio de Usos Múltiples	Jefe. de Biblioteca	1.14	18/32	0	0
	Secretaria Biblioteca	0.85	18/32	0	0

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Edificio de Usos Múltiples	Selección y Catalogación	2.28	18/32	0	0
	Centro de Computo	1.99	18/32	0	0
	Servidores (Unidad de redes)	1.92	18/32	0	0
	Jefatura Dep. Ing.	0.4	18/32	0	0
	Secretaria Dep. Ing.	0.58	18/32	0	0
	Sala de docentes Dep. Ing.	1.07	18/32	0	0
	Centro de Computo Ingeniería	1.35	18/32	0	0
	Lab. De Hardware	2.14	18/32	0	0
	Mantenimiento de Computo Ing.	0.71	18/32	0	0
	Jefatura Dep. Idiomas	0.58	18/32	0	0
	Secretaria Dep. Idiomas	0.58	18/32	0	0
	Sala de docentes Dep. Idiomas	0.96	18/32	0	0
	Lab 1 de Idiomas	1.92	18/32	0	0
	Lab 2 de Idiomas	1.84	18/32	0	0
	Sala de Conferencias	0.58	18/32	0	0
	Dep. de Matemática	3.32	18/32	0	0
	Sala de Conferencias	1.37	18/32	0	0
	Decanato	1.91	18/32	0	0
Sala de Conferencia Decanato	0.63	18/32	0	0	
Resto del Edificio	58.75	18/32	32.9	25.85	
Edificio de Medicina	Dep. de Medicina	4.14	18/32	0	0
	Unidad de Personal	1.04	18/32	0	0
	Resto del Edificio	118.87	18/32	66.57	52.3
Batería de Baños	Todo el Edificio (Hombres y Mujeres)	2.56	18/32	1.43	1.13
Aulas 11-12	Aulas completas	17.66	18/32	9.89	7.77
Edificio Bunker	Todo el Edificio	75.4	18/32	42.22	33.18
Edificio "N"	Todo el Edificio	36.36	18/32	20.36	16
Taller de Mantenimiento	Todo el Edificio	2.3	18/32	1.29	1.01
Taller de Practicas (Ing.)	Todo el Edificio	9.24	18/32	5.17	4.07
Instituto de Estudio de	Todo el Edificio	3.52	18/32	1.97	1.55
					181.74

Fuente: Propia

El resultado final de ahorro de energía eléctrica por la implementación de la acción correctiva a largo plazo en la línea de mejoramiento de las instalaciones es de **181.74 KWh/día.**

4.7.3.1.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: EQ-01-LP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el largo plazo:

- **EQ-01-LP:** Sustitución de CPU por centros virtuales de trabajo.

La acción correctiva EQ-01-LP, está enfocada a hacer cambios en cuanto a la cantidad de carga instalada por equipos de ofimática, donde sus funciones cumplen con lo establecido

en la línea de acción administración de equipo electrónico-eléctrico. La acción consiste en hacer un cambio de tecnología en los espacios donde se tienen volúmenes grandes de máquinas de cómputo, mediante la sustitución de CPU por dispositivos que hacen que un centro de trabajo se vuelva virtual con dispositivos nComputing, con lo que se tendría una disminución muy grande en potencia instalada, pues la potencia a la que estos dispositivos funcionan es de apenas 5 watts.

El ahorro que sería generado por la implementación de la acción correctiva EQ-01-LP, es debido a la diferencia de potencia que sería energizado al momento de realizar un trabajo en la los centros de trabajo, pues se vería la marcada diferencia de energizar una máquina que podría consumir hasta 0.77 KW cada hora por una que consume 0.005 KW cada hora con las mismas funciones.

Para obtener la estimación del ahorro generado tras la posible implementación de la acción correctiva EQ-01-LP, se considera algunos criterios como los siguientes:

- Un centro virtual de trabajo consiste en poseer todas las herramientas que una computadora ofrece sin el uso de un CPU.
- Los dispositivos nComputing tienen trabajan a una potencia de 5 watts, mientras que un CPU tiene una potencia de 770 watts.

El cálculo del ahorro estima producto de la posible implementación de la acción correctiva EQ-01-LP se detalla mediante un ejemplo en descripción a la tabla contenedora de los datos de calculados.

Tabla 4.296. Especificación de columnas ahorro por EQ-01-LP.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Edificio	Área/zona	Consumo en KWh al día						Ahorro estimado
		Num. Comp.	Consumo a mediano plazo -9%	Num. Comp. No anuladas	Consumo a mediano plazo -9% no anulado	Num. Terminales tontas	Consumo terminal tonta 5W	
Carreras Múltiples	Centro de computo 1re nivel	13	34.9804	5	13.4225	8	0.04	21.52

Fuente: Propia

- 1) Edificio: Es el nombre del edificio donde se pretende realizar la acción correctiva de reducción de carga instalada de CPU.

- 2) Área/zona: Es el espacio específico del edificio donde se pretende realizar la acción correctiva de reducción de carga instalada de CPU.
- 3) Num. Comp.: El número de computadores que posee el espacio donde se realizara la acción correctiva.
- 4) Consumo a mediano plazo -9%: El consumo que se tendría en el espacio al mediano plazo quitando el 9% por la implementación de la acción correctiva de configurar los equipos.
- 5) Num. Comp. No anuladas: Es la cantidad de CPU que no serán anulados y servirán como servidores para las terminales tontas.
- 6) Consumo a mediano plazo -9% no anulado: Es el consumo que se tendría por parte de los CPU no anulados.
- 7) Num. Terminales tontas: es la cantidad de terminales tontas que es igual a la cantidad de CPU anulados ente la implementación de la acción correctiva.
- 8) Consumo terminal tonta 5w: Es el consumo que las terminales tontas tendrían con el uso de una potencia de 5 watts.
- 9) Ahorro estimado: Es el ahorro que se tendría por la implementación de la acción correctiva EQ-01-LP.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas es en base a la siguiente formula.

$$\text{Ahorro estimado} = \text{Consumo a mediano plazo -9\%} - (\text{Consumo a mediano plazo -9\% no anulado} + \text{Consumo terminal tonta 5W})$$

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el centro de cómputo del primer nivel del edificio de carreras múltiples de la UES-FMOcc.

$$\text{Ahorro estimado} = (34.98 \text{ KWh}) - (13.42 \text{ KWh} + 0.04 \text{ KWh})$$

$$\text{Ahorro estimado} = 21.52 \text{ KWh}$$

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva EQ-01-LP.

Tabla 4.297. Ahorro estimado para la acción EQ-01-LP.

Edificio	Área/zona	Consumo en KWh al día						Ahorro estimado
		Num. Comp.	Consumo a mediano plazo -9%	Num. Comp. No anuladas	Consumo a mediano plazo -9% no anulado	Num. Terminales tontas	Consumo terminal tonta 5W	
Carreras Múltiples	Centro de computo 1re nivel	13	34.9804	5	13.4225	8	0.04	21.52
	Biblioteca	5	4.9686	3	2.9757	2	0.01	1.98
	Centro de computo Matemática	16	7.1617	6	2.6754	10	0.05	4.44
Medicina	Proyección Social	15	4.095	5	1.365	10	0.05	2.68
								30.62

Fuente: Propia

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva EQ-01-LP programada a mediano plazo es **30.62 kwh/día**.

4.7.3.1.1.3. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: CLIM-01-LP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el largo plazo:

- **CLIM-01-LP:** Sustitución de sistema de aire acondicionado.

Los ahorros por sustitución del sistema de aire acondicionado se obtiene de cambiar el sistema de climatización actual que tiene un coeficiente EER = 2.0 por unidades de aire acondicionado MITSUBISHI con tecnología reciente y con EER = 4.0. En consecuencia el ahorro de energía es resultado de disminución de la potencia de trabajo de los aires acondicionados instalados, que tienen mayor eficiencia energética y que funcionando al mismo tiempo que el sistema de climatización antiguo (horario de uso del sistema de climatización), o lo que es lo mismo, brindar el mismo tiempo de climatización que el sistema antiguo pero con unidades de aire acondicionado que consumen la mitad de energía, en consecuencia se ahorra la mitad del consumo del sistema antiguo. Como ya se han implementado las acciones de corto y mediano plazo, el tiempo de marcha del sistema propuesto se estimada en 44.1% del tiempo de funcionamiento del sistema nuevo, igual que el sistema antiguo.

Tabla 4.298. Especificación de columnas ahorro por CLIM-01-LP.

1	2	3	4	5	6	7	8
Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo actual (kw)	Capacidad de refrigeración largo plazo (TR)	Potencia de trabajo en largo plazo kw	Horas de uso por día	Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día)	Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Administración académica	17.585	6.0	5.276	6	46.530	13.961	32.569

Fuente: Propia

- 1) **Laboratorio u oficina:** Es la columna que corresponde al laboratorio u oficina a analizar en cuanto al ahorro esperado por la implementación de la acción correctiva.
- 2) **Potencia de trabajo actual (kw):** Es la potencia instalada en KW antes de realizar la acción correctiva de sustituir el equipo de refrigeración de los aires acondicionados.
- 3) **Capacidad de refrigeración largo plazo (TR):** Es la capacidad de refrigeración demandada por el laboratorio u oficina medida en toneladas.
- 4) **Potencia de trabajo en largo plazo (kw):** Es la carga instalada en KW que representa la nueva potencia de trabajo que presentan las unidades de aire acondicionado que se desean instalar al implementar la acción correctiva.
- 5) **Horas de uso por día:** Es la cantidad de horas que la unidad de aire acondicionado es energizado en el laboratorio u oficina en cuestión.
- 6) **Consumo en medio plazo 44.1% (KWh/día):** Representa el consumo percibido antes de implementar la acción correctiva de sustitución de unidades de aire acondicionado al 44.1% producto de implementar las acciones correctivas de mediano plazo.
- 7) **Consumo en largo plazo 44.1% (KWh/día):** Representa el nuevo consumo estimado por la implementación de la acción correctiva de sustitución de las unidades de aires acondicionados, donde se tiene a un 44.1% producto de la implementación de acciones correctivas de mediano plazo.
- 8) **Ahorro en energía eléctrica (kwh/día):** Es el ahorro de energía eléctrica estimado por la implementación de la acción correctiva.

El cálculo del ahorro estimado por la implementación de las acciones correctivas es en base a la siguiente formula.

Ahorro en energía eléctrica (kwh/día) = Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día) - Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día)

Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día) = Potencia de trabajo actual (kw) * Horas de uso por día * (0.441)

Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día) = Potencia de trabajo en largo plazo (kw) * Horas de uso por día * (0.441)

Para fines del seguimiento del ejemplo se calcula el ahorro estimado para el Administración Académica de la UES-FMOcc.

*Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día) = (17.585 KW) * (6 h) * (0.441)*

Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día) = 46.530 KWh

*Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día) = (5.276 KW) * (6 h) * (0.441)*

Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día) = 13.961 KWh

Ahorro en energía eléctrica (kwh/día) = 46.530 KWh – 13.961 KWh

Ahorro en energía eléctrica (kwh/día) = 32.569 KWh

A continuación se presentan los datos calculados de las estimaciones del ahorro teórico esperado producto directo de la posible implementación de la acción correctiva CLIM-01-LP.

Tabla 4.299. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Oficinas Administrativas”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo actual (kw)	Capacidad de refrigeración largo plazo (TR)	Potencia de trabajo en largo plazo kw	Horas de uso por día	Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día)	Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Administración académica	17.585	6.0	5.276	6	46.530	13.961	32.569	
Administración Financiera y RRHH	7.034	2.0	1.759	6	18.612	4.654	13.958	
Sobrante en capacidad de refrigeración		1.5	1.319	-	-	-	-	
Fuente: Propia							Total de ahorro en energía eléctrica	46.527

Tabla 4.300. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Economía y Química”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo actual (kw)	Capacidad de refrigeración largo plazo (TR)	Potencia de trabajo en largo plazo kw	Horas de uso por día	Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día)	Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)	
Química Laboratorio de Investigación	5.276	2.0	1.759	24	55.841	18.617	37.224	
Departamento de Economía	8.793	5.0	4.396	6	23.266	11.632	11.634	
Sobrante en capacidad de refrigeración		2.5	2.198	-	-	-	-	
Fuente: Propia							Total de ahorro en energía eléctrica	48.858

Tabla 4.301. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Carreras Múltiples”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo actual (kw)	Capacidad de refrigeración largo plazo (TR)	Potencia de trabajo en largo plazo kw	Horas de uso por día	Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día)	Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Centro de computo (primer nivel)	5.276	5.0	4.396	6	13.960	11.632	2.328
Oficinas de biblioteca	10.551	3.0	2.638	4	18.612	4.653	13.959
Unidad de servidores	5.276	3.0	2.638	24	55.841	27.920	27.921
Depto. Ingeniería (Jefatura)	5.276	2.0	1.759	5	11.634	3.879	7.755
Sala de conferencias (segundo nivel)	8.793	3.0	2.638	5	19.388	5.827	13.561
Unidad de hardware Ingeniería	21.102	11.0	9.672	6	55.836	25.592	30.244
Laboratorio I de Idiomas	7.034	8.0	7.034	6	42.204	42.204	0.000
Laboratorio II de Idiomas	7.034	3.0	2.638	6	18.612	6.980	11.632
Depto. Idiomas (Jefatura)	5.276	2.0	1.759	5	11.633	3.879	7.754
Sala de teleconferencias	17.585	6.0	5.276	5	38.775	11.634	27.141
Decanato	26.378	7.0	6.155	6	69.796	16.286	53.510
Depto. de matemática	21.102	10.0	8.792	6	55.836	23.264	32.572
Sobrante en capacidad de refrigeración		4.0	3.517	-	-	-	-
Total de ahorro en energía eléctrica							228.377

Fuente: Propia

Tabla 4.302. Ahorros de energía por sustitución de aires acondicionados “Edificio de Medicina”

Laboratorio u oficina	Potencia de trabajo actual (kw)	Capacidad de refrigeración largo plazo (TR)	Potencia de trabajo en largo plazo kw	Horas de uso por día	Consumo en el medio plazo 44.1% (kwh/día)	Consumo en el largo plazo 44.1% (kwh/día)	Ahorro en energía eléctrica (kwh/día)
Depto. de medicina (Jefatura y sala)	5.276	3.0	2.638	6	13.960	6.980	6.980
Unidad de proyección social	14.068	7.0	6.155	6	37.224	16.286	20.938
Sobrante en capacidad de refrigeración		-	-	-	-	-	-
Total de ahorro en energía eléctrica							27.856

Fuente: Propia

Los ahorros de energía eléctrica para cada oficina o laboratorio relejados en las tablas anteriores representan la solución de dos oportunidades de mejora. La primera sustitución por aires acondicionados con el doble de eficiencia energética que disminuirá el consumo del sistema de climatización a la mitad y la segunda es la eliminación de la sobrecapacidad de refrigeración instalada, ya que, el nuevo sistema de refrigeración permite instalar capacidad de refrigeración de 0.5 TR, 1.0 TR, 1.5 TR, ..., resolviendo los problemas de 1, 2, 3, o más

toneladas de sobrecapacidad del sistema en algunos espacios. Al final sumando para cada edificio se obtiene un ahorro de 351.680 kwh/día.

El ahorro energético obtenido en cada oficina y laboratorio se detalla en la última columna de las siguientes tablas. Este ahorro es el resultado de la diferencia de la penúltima y antepenúltima columna, tituladas "*Consumo en el medio plazo*" y "*Consumo en el largo plazo*" respectivamente. Para calcular el consumo de medio plazo en cada oficina (Columna 6) se multiplica la potencia de trabajo de las unidades de aire acondicionado actuales (Columna 2) por las horas del uso propuestas en el sistema (Columna 5) y se obtiene el 44.1% de este producto, ya que, este porcentaje es el tiempo de marcha del sistema en el medio plazo. Y el consumo de energía en el largo plazo (Columna 7) es el 44.1% del producto de la columna 4 (Potencia de trabajo en el medio plazo) y las horas de uso propuestas (columna 5), el porcentaje obedece a la misma razón anterior.

Es importante mencionar que la potencia de trabajo en el largo plazo es de las unidades de aire acondicionado propuestas, y se obtiene de dividir entre cuatro la carga de refrigeración instalada, es así porque el EER de estos equipos es de 4.0, la interpretación de este valor de EER es que por cada 4 kwh de energía térmica que el aire acondicionado transfiere al exterior de la oficina climatizada, éste consumirá 1 kwh de energía eléctrica. Entonces la potencia de trabajo en el largo plazo se obtiene de dividir entre cuatro la capacidad de refrigeración de largo plazo que se encuentra en toneladas de refrigeración (TR) y convertirlas a unidades de kilo-watt (kw) unidades de potencia eléctrica. La conversión de unidades utilizada es $1 \text{ TR} = 3.517 \text{ kw}$

4.7.3.2. Estimación de ahorros para la línea de acción Administración de la Tarifa Eléctrica en el largo plazo

Se presentan las acciones correctivas programadas en el largo plazo, enfocadas a la generación de ahorros de energía eléctrica mediante actividades que inciden directamente los sistemas de Iluminación Climatización y Equipo de Ofimática:

4.7.3.2.1. Estimación de ahorro de Sistema de Iluminación y Equipo

Los ahorros de energía eléctrica para el periodo de largo plazo en el Sistema de Iluminación y Equipos están comprendidos por las acciones correctivas que aportan una disminución del consumo eléctrico, siendo esto mediante la instalación de bancos de capacitores e instalación de medidores electrónicos que ayuden en el control del consumo de la UES-FMOcc. A continuación se presentan los ahorros estimados para el largo plazo.

4.7.3.2.1.1. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: TAR-01-LP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el largo plazo:

- **TAR-01-LP:** Instalación de banco de capacitores en la UES-FMOcc.

Otra de las acciones correctivas enfocadas a la línea de acción de administración de la tarifa es la TAR-01-LP, donde esta acción consiste en la realización de las gestiones pertinentes para poder instalar bancos de capacitores en el tendido eléctrico de la UES-FMOcc con el fin de aportar a la corrección del desfase comprendido entre la onda de corriente y voltaje, y de esta manera ayudar a que el factor de potencia tienda a ser igual a 1.

Esta acción correctiva es propuesta por una de las problemáticas encontradas en la UES-FMOcc que es las multas que deben ser pagadas a raíz de poseer un bajo factor de potencia que muchas veces asciende a 0.7 cuando el valor óptimo está entre 1 y 0.95. El ahorro de esta acción no estaría cuantificada en KWh sino en dólares no pagados ante dichas multas, aunque se presume que tal bajo factor de potencia es debido a la gran cantidad de luminarias fluorescentes que la Facultad posee, pero para el momento en el que se tendría que implementar esta acción correctiva ya se estaría utilizando tecnología LED y no se sabría si con esta medida se tendría a subir el factor de potencia, y es por esta razón que esta acción correctiva no se incorpora a la lista de ahorros. De haber una necesidad de implementar esta acción correctiva se percibirían las siguientes aportaciones al plan de ahorro:

- La acción correctiva aporta al aumento del factor de potencia a niveles de 0.95 a más.
- El riesgo de un corte total del suministro de energía eléctrica por el incumplimiento al nivel del factor de potencia se minimizaría.

- Las multas impuestas por la empresa suministradora del servicio eléctrico de verían disminuidas o anuladas por completo.
- La UES-FMOcc tendría una imagen de cliente sin imputaciones de cobros por poseer un mal dato de factor de potencia bajo.

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva TAR-01-LP programadas a largo plazo es **0.00 kwh/día**.

4.7.3.2.1.2. Estimación de ahorros de energía por implementar la acción: TAR-02-LP

Para el presente ahorro se tiene participación de las siguientes acciones correctivas programadas en el largo plazo:

- **TAR-02-LP:** Control de consumo eléctrico.

La acción correctiva TAR-02-LP es parte de las actividades contempladas en la línea de acción de administración de tarifa eléctrica, donde dicha acción consiste en instalar medidores en cada una de los edificios de la Facultad controlando de esta manera el consumo que individualmente se tendría por parte de estos. Esta acción se prevé como necesaria a raíz que la UES-FMOcc tendría que implementar un plan para la gestión del recurso eléctrico.

El caso de la acción correctiva TAR-02-LP no presenta ahorros en el consumo de energía eléctrica, ya que la función de esta es solo colocar los medidores para el monitoreo de los edificios por parte de personal de la UES-FMOcc. El aporte que esta acción tendría dentro del plan se presenta en los siguientes puntos:

- Ante la instalación de los medidores en edificios será posible la generación de una base de datos de la cual se partiría para tener un histórico de las tendencias del consumo de energía eléctrica.
- La implementación de la acción correctiva proporcionara herramientas para la obtención de datos para la toma de decisiones ante una futura incursión en la gestión de recursos energético en la UES-FMOcc.
- Se proporcionaría un medio de verificación del proceso que el plan de ahorro de energía eléctrica lleva a lo largo del tiempo.

El ahorro total estimado por la implementación de la acción correctiva TAR-02-LP programadas a largo plazo es **0.00 kwh/día**.

El ahorro total en la implementación de las acciones correctivas a largo plazo es de 559.6 KWh al día.

4.8. Programación de ahorros de energía eléctrica

Percibir una disminución en los niveles de consumo de energía eléctrica es el fin principal del plan, dicha disminución se estaría generando mediante el avance de la implementación de las acciones correctivas en el corto, mediano y largo plazo, tal y como se especifica en la programación de las actividades, ejemplo de ello sería que al terminar las modificaciones en un espacio determinado empezaría a obtenerse un ahorro aunque no se termine la implementación en los demás lugares que conforman la UES-FMOcc. Los ahorros que se presentan son los mismos presentados anteriormente para cada una de los periodos de implementación de las acciones correctivas pero de forma tal que se desglosan según el mes en que se tendría a generar disminuciones del consumo. Es importante aclarar que los ahorros fueron calculados sobre un día normal en el desarrollo de las actividades de la UES-FMOcc, al igual que el censo de consumo de energía que fue investigado sobre la base de un día normal y cuyo resultado brindo un consumo diario de 3032.35 kwh, por tanto, los datos de las tablas representan el ahorro en un día normal que se va incrementando mes a mes.

Los datos de la programación de las actividades se presenta en forma de tablas donde para facilitar la comprensión de estas se realiza el desglose de estas por medio del siguiente ejemplo

Tabla 4.303. Ejemplo de tabla de programación de ahorro del plan.

		1		2								3	
a	Acción correctiva	Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total	
b	Sistema												
	Ahorro 1		→										ΣA1
	Ahorro 2	↓											
	Ahorro 3												
c	Total en resto (kwh)	ΣEne		→									Σ Totales
d	Total porcentual en resto (%)	Σ% Ene	Σ% Feb	→									Σ % Totales
e	Total porcentual acumulado en resto (%)	Σ% acum. Ene	Σ% acum. Feb	→									Σ% acum. Totales

Fuente: Propia

Especificación de columnas para el ejemplo de lectura de tabla de los ahorros

- 1) Especificación de fila: Es el nombre de cada una de las filas que componen la tabla de programación de ahorros.
- 2) Meses: Son los datos de los ahorros generados por una o varias acciones correctivas en un mes específico al terminar la implementación de esta.
- 3) Total: Es el dato de la suma de todos los ahorros generados por la implementación de una o varias acciones correctivas, para el caso del ejemplo en la fila b) " ΣAI = La suma de todos los valores de Ahorro 1 generados en el transcurso de todos los meses". En la fila c) " $\Sigma Totales$ = La suma de todos los valores de los ahorros totales generados en el transcurso de todos los meses". En la fila d) " $\Sigma \% Totales$ = La suma de todos los valores porcentuales de los ahorros totales generados en el transcurso de todos los meses". En la fila e) " $\Sigma \% acum. Totales$ = La suma de todos los valores porcentuales acumulados de los ahorros totales generados en el transcurso de todos los meses", **para este último dato se dice que es el valor total del porcentaje de disminución en el consumo de energía eléctrica debido a la implementación de las acciones correctivas donde puede estar en cualquiera de las tarifas como punta, resto o valle para el corto mediano y largo plazo.**

Especificación de filas para el ejemplo de lectura de tabla de los ahorros

- a) Especificaciones de columna: El nombre de cada una de las columnas que componen la tabla de programación de los ahorros.
- b) Tipo de ahorro: Es el tipo de ahorro generado según los distintos tipos de sistemas contemplados "Iluminación, Climatización y Equipo de Ofimática".
- c) Total KWh: Es el dato de la sumatoria de los ahorros generados en un mes por distintos tipos de ahorro en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de ofimática. Para el caso del ejemplo " ΣEne = a la suma de todos los ahorros generados por las acciones correctivas en el mes de enero"
- d) Total porcentual: Es el valor en porcentaje de la sumatoria del ahorro generado en un mes por distintos tipos de ahorro en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de ofimática, dividido entre el valor total del consumo de energía eléctrica en un día promedio de la UES-FMOcc que es de 3032.35 kwh.

- e) Total porcentual acumulado: Es el valor porcentual acumulado de los ahorros generados, donde dicho dato es igual a la suma del valor porcentual acumulado de un mes anterior más el valor del total porcentual del mes en cuestión, para el ejemplo en cuestión se tiene que, el total porcentual acumulado para el mes de Febrero es igual a “ $\Sigma\% acum.Feb = \Sigma\% acum.Ene + \Sigma\%Feb$ ”.

Debe aclararse que los ahorros que se van generando son acumulativos entre los periodos de implementación de las acciones correctivas según el Gantt, por ejemplo una disminución en el corto plazo para la tarifa del valle es el punto de partida de donde empezaría a contar las disminuciones para el mediano plazo para el valle. Teniendo esta aclaración se presentan las tablas que reflejan la programación de los ahorros de corto, mediano y largo plazo en las tarifas de punta, valle y resto para la UES-FMOcc.

4.8.1. Programación del ahorro de energía eléctrica en el corto plazo

Los ahorros presentados comprenden los estimados para el corto plazo que comprende 6 meses según los diagramas de Gantt de la programación de las actividades, se tiene para la tarifa de punta, resto y valle.

Tabla 4.304. Programación ahorros acumulados para el corto plazo, 2016. Horario Resto en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Iluminación	Sectorización de luminarias	-	-	16.50	11.36	38.05	3.52	6.94	9.70	22.21	2.00	-	-	110.3
	Aprovechamiento de Iluminación natural	-	6.53	5.42	2.57	-	-	12.31	25.40	10.88	1.28	-	-	64.4
Equipo	Equipo de oficina configurado	-	6.43	14.40	4.19	5.37	8.82	2.79	0.33	2.43	1.00	-	-	45.8
	Reguladores de voltaje anulados	-	3.36	7.35	-	0.37	-	-	-	-	-	-	-	11.1
	Impresora anuladas	-	-	0.81	-	2.31	1.01	-	0.43	-	-	-	-	4.56
	Computadora portátil configurada	-	22.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.3
Cli	Aislamiento térmico en paredes	-	17.73	13.03	6.30	6.47	6.22	-	9.22	-	-	-	-	59.0

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Climatización	Aislamiento térmico en techos	-	41.31	33.98	26.26	11.48	10.11	-	4.13	-	-	-	-	127.3
	Aislamiento térmico en ventanas	-	4.34	3.60	4.25	1.03	2.08	-	2.17	-	-	-	-	17.5
	Protección solar en ventanas	-	17.16	15.5	20.72	5.01	10.12	-	6.5	-	-	-	-	75.0
	Instalación de termostatos digitales	-	10.28	10.55	5.15	4.79	3.73	-	4.05	-	-	-	-	38.6
Total en resto (kwh)		-	129.5	121.1	80.8	74.9	45.6	22.0	61.9	35.5	4.3	-	-	575.7
Total porcentual en resto (%)		-	4.269	3.995	2.665	2.469	1.504	0.727	2.042	1.171	0.141	-	-	18.984
Total porcentual acumulado en resto (%)		-	4.269	8.264	10.929	13.398	14.902	15.629	17.671	18.843	18.984	18.984	18.984	18.984

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Tabla 4.305 Programación ahorros acumulados para el corto plazo, 2016. Horario Punta en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario Punta de 6:00 pm a 10:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Iluminac.	Cambio a luminaria LED (Illum. interna)	-	9.65	12.08	8.36	9.71	3.10	1.74	-	-	-	-	-	44.6
	Cambio a luminaria LED (Illum. externa)	-	-	-	-	-	-	74.10	-	-	-	-	-	74.1
Total en Punta (kwh)		-	9.65	12.08	8.36	9.71	3.10	75.84	-	-	-	-	-	118.7
Total porcentual en Punta (%)		-	0.318	0.398	0.276	0.320	0.102	2.501	-	-	-	-	-	3.916
Total porcentual acumulado en Punta (%)		-	0.318	0.717	0.992	1.313	1.415	3.916	3.916	3.916	3.916	3.916	3.916	3.916

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario Punta de 6:00 pm a 10:59 pm

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Tabla 4.306. Programación ahorros acumulados para el corto plazo, 2016. Horario Valle en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario Punta de 11:00 pm a 4:59 am												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Equipo	Eliminación de Consumo fantasma	-	8.92	17.21	5.24	7.34	6.04	5.15	11.41	4.83	-	-	-	22.7
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Total en Punta (kwh)	-	8.92	17.21	5.24	7.34	6.04	5.15	11.41	4.83	-	-	-	22.7
Total porcentual en Punta (%)	-	0.294	0.568	0.173	0.242	0.199	0.170	0.376	0.159	-	-	-	2.181
Total porcentual acumulado en Punta (%)	-	0.294	0.862	1.035	1.277	1.476	1.646	2.022	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2016 y que disminuyen el consumo en el horario valle de 11:00 pm a 4:59 am

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Se tiene que los valores de disminución en el corto plazo son: Resto: 18.98%, Punta: 3.91%, Valle: 2.18% obteniendo que en el corto plazo se estima un ahorro del **25.081%** del total de consumo de la UES-FMOcc

4.8.2. Programación del ahorro de energía eléctrica en el medio plazo

En el medio plazo correspondiente al periodo 2017-2018 y únicamente se tendrá disminución el consumo en horario resto, y porcentual acumulado en resto de 18.984 % con las acciones de corto plazo.

Tabla 4.307. Programación ahorros acumulados para el medio plazo, 2017. Horario Resto en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el medio plazo en el año 2017 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ilumac.	Cambio a luminaria LED (pasillos)	-	-	-	-	-	-	-	2.06	9.75	-	-	-	11.8
Equipo	Desmontaje de aire acondicionado	-	-	-	-	-	-	-	26.59	-	-	-	-	26.6
	horario de uso del aire acondicionado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.82	57.33	63.2
Total en resto (kwh)		-	-	-	-	-	-	-	28.65	9.75	-	5.82	57.33	101.6
Total porcentual en resto (%)		-	-	-	-	-	-	-	0.945	0.322	-	0.192	1.891	3.349

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Total porcentual acumulado en resto (%)	18.984	18.984	18.984	18.984	18.984	18.984	18.984	19.929	20.250	20.250	20.442	22.333	22.333
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el medio plazo en el año 2017 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm.

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Tabla 4.308. Programación ahorros acumulados para el medio plazo, 2018. Horario Resto en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el medio plazo en el año 2018 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ilumnac.	Cambio a luminaria LED (pasillos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo	Desmontaje de aire acondicionado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	horario de uso del aire acondicionado	52.74	21.71	7.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82.21
Total en resto (kwh)		52.74	21.71	7.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82.21
Total porcentual en resto (%)		1.739	0.716	0.256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.711
Total porcentual acumulado en resto (%)		24.072	24.788	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044	25.044

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el medio plazo en el año 2018 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Se tiene que los valores de disminución en el mediano plazo son: Resto: 25.044%, Punta: 3.91%, Valle: 2.18% obteniendo que en el mediano plazo se estima un ahorro del **31.13%** del total de consumo de la UES-FMOcc

4.8.3. Programación del ahorro de energía eléctrica en el largo plazo

En el medio plazo correspondiente al periodo 2019-2021 y únicamente se tendrá disminución el consumo en horario resto, y porcentual acumulado en resto de 25.044 % con las acciones de corto y mediano plazo.

Tabla 4.309. Programación ahorros acumulados para el largo plazo, 2019. Horario Resto en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2019 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ilumin	Cambio a luminaria LED (Interna)	-	12.93	12.93	26.15	26.15	17.49	22.66	39.81	23.63	-	-	-	181.8
Equip	Máquinas virtuales n'Computing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clim	Sustitución de aires acondicionados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total en resto (kwh)		-	12.93	12.93	26.15	26.15	17.49	22.66	39.81	23.63	-	-	-	181.8
Total porcentual en resto (%)		-	0.426	0.426	0.862	0.862	0.577	0.747	1.313	0.779	-	-	-	5.994
Total porcentual acumulado en resto (%)		25.044	25.470	25.897	26.759	27.622	28.198	28.946	30.258	31.038	31.038	31.038	31.038	31.038

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el largo plazo en el año 2019 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Tabla 4.310. Programación ahorros acumulados para el largo plazo, 2020. Horario Resto en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2020 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
I	Cambio a luminaria LED (Interna)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equip	Máquinas virtuales n'Computing	-	21.66	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.36
C	Sustitución de aires acondicionados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total en resto (kwh)		-	21.66	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.36
Total porcentual en resto (%)		-	0.714	0.089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.803
Total porcentual acumulado en resto (%)		31.038	31.752	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841	31.841

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el largo plazo en el año 2020 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Tabla 4.311. Programación ahorros acumulados para el largo plazo, 2021. Horario Resto en kwh

Acción correctiva		Ahorros diarios en kwh esperados por la implementación de las acciones para el corto plazo en el año 2021 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ilumin	Cambio a luminaria LED (Interna)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equip	Máquinas virtuales n'Computing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clim	Sustitución de aires acondicionados	-	-	95.38	-	-	228.3	27.82	-	-	-	-	-	351.6
Total en resto (kwh)		-	-	95.38	-	-	228.3	27.82	-	-	-	-	-	351.6
Total porcentual en resto (%)		-	-	3.145	-	-	7.530	0.918	-	-	-	-	-	11.594
Total porcentual acumulado en resto (%)		31.841	31.841	34.986	34.986	34.986	42.517	43.435	43.435	43.435	43.435	43.435	43.435	43.435

Nota: La tabla describe los ahorros esperados por la implementación de las acciones para el largo plazo en el año 2021 y que disminuyen el consumo en el horario Resto de 5:00 am a 5:59 pm

Fuente: Grupo desarrollador del plan de ahorro de energía

Se tiene que los valores de disminución en el largo plazo son: Resto: 43.435%, Punta: 3.91%, Valle: 2.18% obteniendo que en el largo plazo se estima un ahorro del **49.53%** del total de consumo de la UES-FMOcc.

4.9. Conclusiones de propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica

A lo largo del planteamiento del plan de ahorro de energía eléctrica para la UES-FMOcc, se ha comprobado que es posible obtener resultados beneficiosos en torno a poder disminuir el consumo eléctrico en la Facultad, esto mediante la aplicación de las acciones correctivas encarriladas en las cuatro líneas de acción también expuestas en el plan, por lo que los ahorros en KWh planteados teóricamente están distribuidos entre todos los espacios que componen la institución educativa entre edificios y áreas, según el impacto generado en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de ofimática.

En el capítulo 3 del presente documento dio a conocer que la Facultad posee dos tipos de servicios donde la mayor parte del consumo energético está inclinado ante el denominado servicio número 2 y este lo componen una diversidad de circuitos eléctricos que son energizados por los transformadores y bancos de transformadores, que bien se han mostrado en el mismo capítulo 3. Además se planteó datos históricos de los consumos marcados por los medidores de la UES-FMOcc para los dos servicios, así como de los pagos hechos ante dichos consumos, y sumado a esto se expuso todo el estudio realizado en cuanto a un censo eléctrico de cargas y consumo teórico para cada área que compone la Facultad, todo lo anterior se plasmó con la finalidad de poder estimar desperdicios, posibles oportunidades de mejora, generar criterios para poder resolver problemáticas notables y resaltar otras que a lo largo de la investigación salieron a la luz. Uno de los puntos importantes que debe plantearse es que ante los cálculos teóricos y los datos históricos debe tenerse un nexo, por lo que para dicho fin se toma que se debe plantear en forma porcentual los ahorros en KWh estimados teóricamente que serán utilizados posteriormente en el capítulo 5.

En el presente capítulo 4 donde está planteado todo lo que corresponde a la propuesta de plan de ahorro de energía, se ha dado a conocer el andamio de la estructura como se ha expuesto que es posible disminuir el consumo eléctrico minimizando los problemas descritos en el capítulo 3, con lo que como resultado de esto es poder tener un porcentaje menor de demanda de KWh por parte de la UES-FMOcc. Como parte de la conclusión del capítulo se dan a conocer el producto final del plan que son los datos teóricos del ahorro para cada espacio de la Facultad según el transformador o banco de transformadores que componen los servicios 1 y 2.

4.9.1. Resultados finales de ahorro para el periodo de corto plazo

Se presentan los datos de ahorros de energía eléctrica en el corto plazo en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de oficina para cada uno de los edificios que componen la infraestructura de la UES-FMOcc.

Tabla 4.312. Ahorros a corto plazo por potencia instalada.

Transf.	Lugar	Consumo en KWh inicial					Ahorro en KWh al día C.P				
		Ilu.	Equipo	Clim.	Fantasma	Total	Ilu.	Equipo	Clim.	Fantasma	Total
Banco de Transf. N°1 (300 KVA)	Edificio de Biología	16.82	16.74	-	5.62	39.18	6.34	1.31	-	5.62	13.27
	Oficinas Administrativas	19.78	117.71	128	-	265.49	5.66	9.19	32.302	-	47.15
	AGEFMO	0.19	6.91	-	0.07	7.17	-	0.33	-	0.07	0.4
	Iluminación Externa	43.66	-	-	-	43.66	33.62	-	-	-	33.62
	Edificio de Economía	53.12	49.69	128.03	6.07	236.91	27	3.45	26.165	6.07	62.69
	Aulas 2-10	57.73	-	-	-	57.73	25.4	-	-	-	25.4
	Aulas M	3.71	-	-	-	3.71	-	-	-	-	-
	Edificio Ciencias Jurídicas	9.87	10.8	-	0.52	21.19	3.28	0.89	-	0.52	4.69
	Clínica Extramural Santa Ana	7.55	11.07	-	3.83	22.45	1.76	0.26	-	3.83	5.85
	Unidad de Post Grado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aulas Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Banco de Transf. N°2 (225 KVA)	Edificio de Usos Múltiples	222	397.47	711.562	33.27	1364.30	75.46	39.79	230.219	33.27	378.74
	Iluminación Externa	10.5	-	-	-	10.5	8.99	-	-	-	8.99
Banco de Transf. N°3 (225 KVA)	Edificio de Medicina	168.82	70.2	128.02	5.39	372.43	44.78	4.8	28.801	5.39	83.77
	Iluminación Externa	7.19	-	-	-	7.19	5.59	-	-	-	5.59
Transf. N°2 (25 KVA)	Auditorio "Marta Pérez Cervantes"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Iluminación Externa	0.88	-	-	-	0.88	-	-	-	-	-
Transf. N°3 (25 KVA)	Batería de Baños	2.56	-	-	-	2.56	-	-	-	-	-
	Aula 11 y 12	17.66	-	-	-	17.66	-	-	-	-	-
	Quiosco	0.22	-	-	-	0.22	-	-	-	-	-
	Iluminación Externa	13.39	-	-	-	13.39	10.64	-	-	-	10.64
	Bomba de Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transf. N°4 (75 KVA)	Edificio Bunker	75.4	-	-	-	75.4	-	-	-	-	0
	Iluminación Externa	5	-	-	-	5	3.85	-	-	-	3.85
Transf. N°5 (75 KVA)	Edificio "N"	63.43	5.83	-	2.91	72.17	26.17	0.76	-	2.91	29.84
	Iluminación Externa	1.75	-	-	-	1.75	-	-	-	-	-
	Quiosco Nuevo	1.33	-	-	-	1.33	-	-	-	-	-

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Transf. N°1 (75 KVA)	Taller de Mantenimiento	2.3	9.06	-	8.5	19.86	-	-	-	8.5	8.5
	Taller de Practicas (Ing.)	9.82	12.77	-	-	22.59	0.58	-	-	-	0.58
	Instituto de Estudio de Agua	4.09	10.03	-	-	14.12	0.57	0.67	-	-	1.24
	Cafeterías de la Facultad	4.61	62.77	-	-	67.38	-	-	-	-	-
	Iluminación Externa	18.13	-	-	-	18.13	11.42	-	-	-	11.42
	Computadora Portátil (estudiantes)	-	248	-	-	248	-	22.32	-	-	22.32
						3032.352					758.547

Fuente: Propia

Según las estimaciones de los ahorros de energía eléctrica que podrían generarse en el corto plazo se tiene que un valor teórico de 3032.35 Kwh que se tiene en consumo podrían disminuir a un 2273.81 KWh al día debido a los ahorros que tendrían un valor de 758.547 KWh. La siguiente tabla muestra en forma sintetizada los datos más importantes ante la posible implementación de las acciones correctivas de corto plazo como lo es el ahorro estimado para cada sistema, y el porcentaje de disminución con respecto a los 3032.35 KWh diario.

Tabla 4.313. Distribución de ahorro en corto plazo por sistema de Iluminación, Climatización y Equipo

	Iluminación	Equipo	Climatización	Total	
				KWh	%
Consumo inicial en KWh	841.51	1095.23	1095.23	3032.4	100%
Ahorro Corto Plazo en KWh	291.1	149.95	317.1	758.15	25%
Porcentaje por sistema	34.59%	13.69%	28.95%		
Porcentaje global	9.60%	4.95%	10.46%	25.00%	

Fuente: Propia

El periodo de corto plazo se tiene que mediante la implementación de las 19 acciones correctivas propuestas sería posible llegar a estimar una disminución de un 25% del consumo de energía eléctrica, en donde el los ahorros en el sistema de climatización es quien tendría la mayor participación de reducción contemplando el 10.46%. Además se tiene en un segundo plano el sistema de iluminación con el 9.6% global de disminución que aportaría al

consumo total seguido por el sistema de equipos de oficina con el 4.95%. De esta manera se estima que al corto plazo se disminuiría el 25% del consumo eléctrico dejando que para el mediano plazo su inicio estaría con un 75% del consumo que es estima de aproximadamente 2273.8 KWh al día.

4.9.2. Resultados finales de ahorro para el periodo de mediano plazo

Se presentan los datos de ahorros de energía eléctrica en el mediano plazo en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de oficina para cada uno de los edificios que componen la infraestructura de la UES-FMOcc.

Tabla 4.314. Ahorros a mediano plazo por potencia instalada.

Transf.	Lugar	Consumo en KWh C. Plazo				Ahorro en KWh al día			
		Ilu.	Equipo	Clim.	Total	Ilu.	Equipo	Clim.	Total
Banco de Transf. N°1 (300 KVA)	Edificio de Biología	10.48	15.43	-	25.91	1.08	-	-	1.08
	Oficinas Administrativas	14.12	108.52	95.70	218.34	1.24	-	21.71	22.95
	AGEFMO	0.19	6.58	-	6.77	-	-	-	-
	Iluminación Externa	10.04	-	-	10.04	0.82	-	-	0.82
	Edificio de Economía	26.12	46.24	101.87	174.23	2.57	-	7.76	10.33
	Aulas 2-10	32.33	-	-	32.33	-	-	-	-
	Aulas M	3.71	-	-	3.71	-	-	-	-
	Edificio Ciencias Jurídicas	6.59	9.91	-	16.5	-	-	-	-
	Clínica Extramural Santa Ana	5.79	10.81	-	16.6	-	-	-	-
	Unidad de Post Grado	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aulas Q	-	-	-	-	-	-	-	-
Banco de Transf. N°2 (225 KVA)	Edificio de Usos Múltiples	146.54	357.68	481.34	985.56	-	-	94.17	94.17
	Iluminación Externa	1.51	-	-	1.51	0.18	-	-	0.18
Banco de Transf. N°3 (225 KVA)	Edificio de Medicina	124.04	65.4	99.22	288.66	-	-	48.31	48.31
	Iluminación Externa	1.6	-	-	1.6	0.03	-	-	0.03
Transf. N°2 (25 KVA)	Auditorio "Marta Pérez Cervantes"	-	-	-	-	-	-	-	-
	Iluminación Externa	0.88	-	-	0.88	0.83	-	-	0.83
Transf. N°3 (25 KVA)	Batería de Baños	2.56	-	-	2.56	-	-	-	-
	Aula 11 y 12	17.66	-	-	17.66	-	-	-	-
	Quiosco	0.22	-	-	0.22	0.17	-	-	0.17
	Iluminación Externa	2.75	-	-	2.75	-	-	-	-
	Bomba de Agua	-	-	-	-	-	-	-	-

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Transf. N°4 (75 KVA)	Edificio Bunker	75.4	-	-	75.4	-	-	-	-
	Iluminación Externa	1.15	-	-	1.15	0.03	-	-	0.03
Transf. N°5 (75 KVA)	Edificio "N"	37.26	5.07	-	42.33	2.81	-	-	2.81
	Iluminación Externa	1.75	-	-	1.75	1.64	-	-	1.64
	Quiosco Nuevo	1.33	-	-	1.33	-	-	-	-
Transf. N°1 (75 KVA)	Taller de Mantenimiento	2.3	9.06	-	11.36	-	-	-	-
	Taller de Practicas (Ing.)	9.24	12.77	-	22.01	-	-	-	-
	Instituto de Estudio de Agua	3.52	9.36	-	12.88	-	-	-	-
	Cafeterías de la Facultad	4.61	62.77	-	67.38	-	-	-	-
	Iluminación Externa	6.71	-	-	6.71	1.34	-	-	1.34
	Computadora Portátil (estudiantes)	-	225.68	-	225.68	-	-	-	-
					2273.8				184.69

Fuente: Propia

Tomando en cuenta que debido a los ahorros generados en el corto plazo el nuevo consumo diario con el que se iniciaría el periodo de mediano plazo es 2273.8 KWh, donde dicho valor tendría una nueva disminución siendo de 2089.12 KWh ya que 184.69 KWh ya no serían consumidos. La siguiente figura muestra en forma sintetizada los datos más importantes ante la implementación de las acciones correctivas de mediano plazo como lo es el ahorro estimado para cada sistema, el nuevo consumo de energía eléctrica que tendría la Facultad y el porcentaje de disminución con respecto a los 2273.8 KWh diario generado después de descontado los ahorros de corto plazo.

Tabla 4.315. Distribución de ahorro en mediano plazo por sistema de Iluminación, Climatización y Equipo

	Iluminación	Equipo	Climatización	Total	
				KWh	%
Consumo inicial en KWh	841.51	1095.23	1095.23	3032.4	100%
Ahorro Corto Plazo en KWh	291.1	149.95	317.1	758.15	25%
Ahorro Med. Plazo en KWh	12.74	0	171.95	184.69	6.1%
Ahorro Corto + Med. Plazo en KWh	303.84			942.84	31%
Porcentaje por sistema	36.11%	13.69%	44.65%		
Porcentaje global	10.02%	4.95%	16.13%	31.09%	

Fuente: Propia

El periodo de mediano plazo se tiene que mediante la implementación de las 10 acciones correctivas propuestas sería posible llegar a estimar una disminución de un 6.09% solamente en este periodo, pero teniendo en cuenta que en el corto plazo se tuvo una disminución de 25%, globalmente se tendría el total de 31.09% en donde el los ahorros en el sistema de climatización es quien tendría la mayor participación de reducción contemplando el 16.13%. Además se tiene en un segundo plano el sistema de iluminación con el 10.02% global de disminución que aportaría al consumo total seguido por el sistema de equipos de oficina con el 4.95%. De esta manera se estima que al mediano plazo se disminuiría el 31.09% del consumo eléctrico dejando que para el largo plazo su inicio estaría con un 68.91% del consumo que es estima de aproximadamente 2089.12 KWh al día.

4.9.3. Resultados finales de ahorro para el periodo de largo plazo

Se presentan los datos de ahorros de energía eléctrica en el largo plazo en los sistemas de iluminación, climatización y equipo de oficina para cada uno de los edificios que componen la infraestructura de la UES-FMOcc.

Tabla 4.316. Ahorros a largo plazo por potencia instalada.

Transf.	Lugar	Consumo en KWh M. Plazo				Ahorro en KWh al día			
		Ilu.	Equipo	Clim.	Total	Ilu.	Equipo	Clim.	Total
Banco de Transf. N°1 (300 KVA)	Edificio de Biología	9.4	15.43	-	24.83	3.63	-	-	3.63
	Oficinas Administrativas	12.88	108.52	73.99	195.39	3.84	-	46.53	50.37
	AGEFMO	0.19	6.58	-	6.77	0.08	-	-	0.08
	Iluminación Externa	9.22	-	-	9.22	-	-	-	-
	Edificio de Economía	23.55	46.24	94.11	163.9	10.02	-	48.86	58.88
	Aulas 2-10	32.33	-	-	32.33	14.23	-	-	14.23
	Aulas M	3.71	-	-	3.71	1.63	-	-	1.63
	Edificio Ciencias Jurídicas	6.59	9.91	-	16.5	2.9	-	-	2.9
	Clínica Extramural Santa Ana	5.79	10.81	-	16.6	2.55	-	-	2.55
	Unidad de Post Grado	-	-	-	-	-	-	-	-
Aulas Q	-	-	-	-	-	-	-	-	
Banco de Transf. N°2 (225 KVA)	Edificio de Usos Múltiples	146.54	357.68	387.17	891.39	25.85	24.16	228.38	278.39
	Iluminación Externa	1.33	-	-	1.33	-	-	-	-
Banco de Transf. N°3 (225 KVA)	Edificio de Medicina	124.04	65.4	50.91	240.35	52.3	2.7	27.86	82.86
	Iluminación Externa	1.57	-	-	1.57	-	-	-	-
Transf. N°2 (25 KVA)	Auditorio "Marta Pérez Cervantes"	-	-	-	-	-	-	-	-
	Iluminación Externa	0.05	-	-	0.05	-	-	-	-
Transf. N°3 (25 KVA)	Batería de Baños	2.56	-	-	2.56	1.13	-	-	1.13
	Aula 11 y 12	17.66	-	-	17.66	7.77	-	-	7.77
	Quiosco	0.05	-	-	0.05	-	-	-	-
Transf. N°3 (25 KVA)	Iluminación Externa	2.75	-	-	2.75	-	-	-	-
	Bomba de Agua	-	-	-	-	-	-	-	-
Transf. N°4 (75 KVA)	Edificio Bunker	75.4	-	-	75.4	33.18	-	-	33.18
	Iluminación Externa	1.12	-	-	1.12	-	-	-	-
Transf. N°5 (75 KVA)	Edificio "N"	34.45	5.07	-	39.52	16	-	-	16
	Iluminación Externa	0.11	-	-	0.11	-	-	-	-
	Quiosco Nuevo	1.33	-	-	1.33	-	-	-	-
Transf. N°1 (75 KVA)	Taller de Mantenimiento	2.3	9.06	-	11.36	1.01	-	-	1.01
	Taller de Practicas (Ing.)	9.24	12.77	-	22.01	4.07	-	-	4.07
	Instituto de Estudio de Agua	3.52	9.36	-	12.88	1.55	-	-	1.55
	Cafeterías de la Facultad	4.61	62.77	-	67.38	-	-	-	-

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Transf. N°1 (75 KVA)	Iluminación Externa	5.37	-	-	5.37	-	-	-	-
	Computadora Portátil (estudiantes)	-	225.68	-	225.68	-	-	-	-
									2089.12
									559.6

Fuente: Propia

Tomando en cuenta que debido a los ahorros generados en el corto y mediano plazo el nuevo consumo diario con el que se iniciaría el periodo de largo plazo es 2089.12 KWh, donde dicho valor tendría una nueva disminución siendo de 1529.95 KWh ya que 559.6 KWh ya no serían consumidos. La siguiente figura muestra en forma sintetizada los datos más importantes ante la implementación de las acciones correctivas de largo plazo como lo es el ahorro estimado para cada sistema, el nuevo consumo de energía eléctrica que tendría la Facultad y el porcentaje de disminución con respecto a los 2089.1 KWh diario generado después de descontado los ahorro de mediano plazo.

Tabla 4.317. Distribución de ahorro en largo plazo por sistema de Iluminación, Climatización y Equipo

	Iluminación	Equipo	Climatización	Total	
				KWh	%
Consumo inicial en KWh	841.51	1095.23	1095.23	3032.4	100%
Ahorro Corto Plazo en KWh	291.1	149.95	317.1	758.15	25%
Ahorro Med. Plazo en KWh	12.74	0	171.95	184.69	6.1%
Ahorro Largo Plazo en KWh	181.7	26.86	351	559.6	18.5%
Ahorro Corto + Med. + Largo Plazo en KWh	485.6	176.81	840	1502.4	49.55%
Porcentaje por sistema	57.70%	16.14%	76.70%		
Porcentaje global	16.01%	5.83%	27.70%		49.54%

Fuente: Propia

El periodo de largo plazo se tiene que mediante la implementación de las 10 acciones correctivas propuestas sería posible llegar a estimar una disminución de un 18.5% solamente en este periodo, pero teniendo en cuenta que en el corto y largo plazo se tuvo una disminución de 31.09%, globalmente se tendría el total de 49.54% en donde el los ahorros en el sistema de climatización es quien tendría la mayor participación de reducción contemplando el

27.7%. Además se tiene en un segundo plano el sistema de iluminación con el 16.01% global de disminución que aportaría al consumo total seguido por el sistema de equipos de oficina con el 5.83%. De esta manera se estima que al largo plazo se disminuiría el 49.54% del consumo eléctrico con lo que teóricamente se tendría un consumo de 1529.95 aproximadamente.

4.9.4. Conclusión final de estimación de resultados de la propuesta plan de ahorro

En conclusión de los datos presentados se presenta la siguiente tabla que presenta el porcentaje de disminución del consumo según transformador y por edificio por acción del plan.

Tabla 4.318. Distribución de ahorros por edificio y transformador.

Transformador	Lugar	Total por Edificio KWh	Total por Edificio %	Total por Transf. KWh	Total por Transf. %
Banco de Transformadores N°1 (300 KVA)	Edificio de Biología	17.98	0.59%	362.517	11.95%
	Oficinas Administrativas	120.472	3.97%		
	AGEFMO	0.48	0.02%		
	Iluminación Externa	34.44	1.14%		
	Edificio de Economía	131.895	4.35%		
	Aulas 2-10	39.63	1.31%		
	Aulas M	1.63	0.05%		
	Edificio Ciencias Jurídicas	7.59	0.25%		
	Clínica Extramural Santa Ana	8.4	0.28%		
	Unidad de Post Grado	0	0.00%		
	Aulas Q	0	0.00%		
Banco de Transformadores N°2 (225 KVA)	Edificio de Usos Múltiples	751.299	24.78%	760.469	25.08%
	Iluminación Externa	9.17	0.30%		
Banco de Transformadores N°3 (225 KVA)	Edificio de Medicina	214.941	7.09%	220.561	7.27%
	Iluminación Externa	5.62	0.19%		
Transformador N°2 (25 KVA)	Auditorio "Marta Pérez Cervantes"	0	0.00%	0.83	0.03%
	Iluminación Externa	0.83	0.03%		
Transformador N°3 (25 KVA)	Batería de Baños	1.13	0.04%	19.71	0.65%
	Aula 11 y 12	7.77	0.26%		
	Quiosco	0.17	0.01%		
	Iluminación Externa	10.64	0.35%		
	Bomba de Agua	0	0.00%		
Transformador N°4 (75 KVA)	Edificio Bunker	33.18	1.09%	37.06	1.22%
	Iluminación Externa	3.88	0.13%		
Transformador N°5 (75 KVA)	Edificio "N"	48.65	1.60%	50.29	1.66%
	Iluminación Externa	1.64	0.05%		
	Quiosco Nuevo	0	0.00%		

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

Transformador N°1 (75 KVA)	Taller de Mantenimiento	9.51	0.31%	29.71	0.98%
	Taller de Practicas (Ing.)	4.65	0.15%		
	Instituto de Estudio de Agua	2.79	0.09%		
	Cafeterías de la Facultad	0	0.00%		
	Iluminación Externa	12.76	0.42%		
	Computadora Portátil (estudiantes)	22.32	0.74%	22.32	0.74%

Fuente: Propia

De acuerdo con los datos presentados de la cantidad de ahorro que podrían generarse si el plan de ahorro de energía eléctrica fuera implementado se puede deducen los siguientes puntos:

- Para el plan de ahorro de energía eléctrica presentado se tiene que es en el banco de transformadores numero 2 es donde se tendria una mayor porción de disminución de consumo eléctrico con un 25.08%, teniendo de esta manera que dicho equipo estaría fuera de peligro ante cualquier sobrecarga descartando de esta manera que se repitan incidentes de desperfectos en este banco de transformadores.
- Para la propuesta de plan de ahorro de energía eléctrica se estima que es en el edificio de Carreras Múltiples en donde se concentraría la mayor parte de los ahorro en consumo con el 24.78% de disminución con respecto al 3032.35 KWh de consumo de toda la Facultad, siendo en el valor en KWh de 751.29 KWh.
- La disminución total del consumo de energía eléctrica que podría tenerse al implementar el plan propuesto es de 49.54% del consumo que a la fecha de la investigación se tendría con las cantidades de carga instalada en los dos servicios de energía eléctrica que posee la UES-FMOcc.
- Se debe aclarar que las estimaciones de estos ahorros presentados se hacen en base al estudio realizado en cuanto al censo eléctrico, por lo que se dicta que es de naturaleza teórica estos datos, los cuales servirán como una base para poder llegar a percibir las disminuciones en dinero para el capítulo 5.
- Si bien los ahorros presentados están en KWh no puede asumirse que esta cantidad es la que se le restara a los datos históricos proyectados, pues en base a este estudio no se toma en cuenta el tipo de energía reactiva y la multiplicación del factor de potencia, es por tal razón que en el punto de programación de los ahorros se toman datos porcentuales que en base a este si podría tenerse cuanto se reduciría el valor de

los datos proyectados según el registro histórico de que se presenta en el capítulo 3 del presente documento.

El objetivo principal de la propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica para la UES-FMOcc, es poder disminuir el nivel de consumo eléctrico que diariamente es demandada por la institución, teniendo siempre en cuenta que disminuir los KWh no es sinónimo de entorpecer las actividades de los usuarios que hacen uso del recurso energético. Mediante el presente planteamiento de todas las actividades que pueden ser realizadas para alcanzar el objetivo antes mencionado, se da a conocer que si es posible utilizar eficiente y responsablemente la electricidad que está al alcance de la comunidad universitaria.

Con el planteamiento de las líneas de acción como es la administración de diferentes ámbitos que directamente inciden que tener mejores instalaciones, mejoras en la forma de uso del recursos patrimonio de la UES mediante implementación de procedimientos, y el trabajo conjunto en función un cambio de actitud en dar realce a una cultura más comprometida al ahorro, es posible que se vean claros resultados reflejados en el recibo que mensualmente es pagado a la empresa distribuidora. Las acciones correctivas como respuesta a los problemas encontrados, son los generadores directos de los ahorros estimados que a lo largo del tiempo como se planteó, además son los pasos a seguir en fin de llevar al éxito el plan de ahorro. Si bien la propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica para la UES-FMOcc, se percibe que ayudaría a hacer cambios sustanciales para beneficio de la Alma Mater es sumamente necesario que un nivel de compromiso de todos lo que conformamos la comunidad universitaria, principalmente de quienes están al frente de la institución haciendo bien su trabajo.

Como dato final del presente capítulo 4, se estima que ante la posible implementación del plan de ahorro de energía eléctrica para la Facultad Occidental de la Universidad de El Salvador, es posible tener una reducción del **49.54%** del consumo diario de energía eléctrica.

4.10. Referencias de capítulo 4

AES-CLESA, (2014). Históricos del consumo eléctrico de la UES-FMOcc. Extraído el 02 de Marzo de 2014 desde: *Registros de AES-CLESA en Santa Ana.*

Compañía PROSOL S. A de C. V, (2015). Laminas solares. Extraído el 10 de agosto de 2015 desde el sitio web: <http://www.prosol-laminas.es/5-laminas-solares-compra-online>

INSHT, (2015). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Extraído el 02 de diciembre de 2015 desde el sitio web

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, IDAE (sin fecha). Ahorra energía mientras trabajas. Extraído el 9 de febrero de 2015 desde el sitio web: <http://is.ua.es/es/documentos/oficina-tecnica/archivos-consumos-ua/ahorra-energia-mientras-trabajas.pdf>

Schneider-electric, (2014). Computo ecológico. Extraído el 02 de diciembre de 2014 desde el sitio web: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/soporte/EcoComputing.pdf>

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PLAN DE AHORRO DE CONSUMO ELECTRICO.

5.1. Introducción.

A lo largo del contenido del documento se ha tocado el tema del ahorro de energía eléctrica y los beneficios que se obtendrían de hacerse tangible cada una de las acciones planteadas para disminuir los pagos de la factura que se realiza mensualmente la UES FMOcc. Todas las actividades llamadas acciones correctivas presentan como fin disminuir el consumo eléctrico atacando directamente las fuentes de desperdicio que han sido detectadas en la Facultad, pero la realización de estas implica que deben hacerse una serie de inversiones en materiales y en personal.

En el presente capítulo se da a conocer el estudio económico para el plan de ahorro de energía eléctrica de la Facultad Multidisciplinaria de la Universidad de El Salvador, donde se plantean todos aquellos desembolsos que la institución debe hacer para que las acciones correctivas puedan llevarse a una implementación, por lo que se pretende presentar un presupuesto en materiales a comprar y el periodo en el que deben ser comprados, los desembolsos deben realizarse para sustituir los materiales comprados para el plan pero que su vida útil es menor que la duración del mismo, además de otros desembolsos por pagos de mano de obra. También se presentan ingresos que son el resultado de los ahorros que podrían tenerse en los pagos de factura.

Con la obtención de los egresos e ingresos que se tendrían en el plan es posible realizar un estudio de tipo financiero mediante el uso de herramientas como el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno y hacer las consideraciones sobre la factibilidad financiera para tomar decisiones sobre invertir o no en lo que se ha planteado, en tal razón se presenta el último de los capítulos de este documento.

5.2. Objetivos

5.2.1. General

- ✓ Elaborar un estudio que evidencie la factibilidad económica y financiera del plan de ahorro de energía eléctrica de la UES-FMOcc.

5.2.2. Específicos.

- ✓ Elaborar un estudio económico que evidencie los ingresos y egresos necesarios para la implementación del plan de ahorro de energía eléctrica.
- ✓ Determinar mediante las herramientas financieras la rentabilidad del plan de ahorro de energía eléctrica.

5.3. Evaluación Económica del plan de ahorro de consumo eléctrico

Este apartado tiene por objeto identificar en primer lugar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión del plan de ahorro energético. Esta evaluación económica como método de análisis será útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas de financiamiento, para ello es de vital importancia contabilizar en forma monetaria todos los egresos necesarios para llevar a cabo la ejecución del plan y ver si la Universidad tiene esa determinada cantidad de dinero para llevarlo a cabo.

5.3.1. Egresos por inversión para la implementación del plan

Parte de los egresos que deben ser tomados en cuenta para el plan de ahorro de energía eléctrica para la UES FMOcc, son aquellos que están ligados a materiales que deben ser utilizados en el proceso de implementar las acciones correctivas presentadas en el capítulo 4. Para poder hacer las compras de todos aquellos materiales es necesario tener bien establecido el momento en el que deben ser utilizados y el costo que esto requerirá, así como el tipo de materiales a comprar por lo que de tal manera se tiene:

- Material eléctrico:

El material eléctrico se compone de todos aquellos artículos que son necesarios para hacer conexiones de circuitos internos y externos, los cuales son parte de la transmisión de la corriente eléctrica hacia las cargas instaladas.

- Material electrónico:

En los electrónicos están todos aquellos aparatos y accesorios que deben ser comprados para la implementación de acciones correctivas y que con su uso podrían tener una disminución en el consumo de energía eléctrica, pueden ser aquellos que se utilizan para el control o sustitución de otros aparatos que consumen menos.

- Material estructural:

Los materiales que se tienen de tipo estructural son aquellos que en las acciones correctivas son utilizados para hacer modificaciones en la infraestructura de la Facultad y que su función es hacer que el entorno de los espacios este adecuado para que las cargas y usuarios puedan trabajar de manera tal que los desperdicios se minimicen.

- Tipo de iluminación:

En el caso de iluminación son todas aquellas fuentes lumínicas que son utilizadas en la Facultad, y que se sustituirán por tecnología LED, pues su duración es mayor en horas que las de tipo fluorescente. Los fabricantes precisan una vida útil en horas de este tipo de focos y tubos muy alto, ya que la tecnología es muy segura en cuanto al rango de voltios entre los que funcionan que van desde los 85 voltios ac hasta 265 voltios ac aguantando así fluctuaciones en la red.

- Tipo de climatización:

Entre las acciones correctivas que deben realizarse están las que mayores reducciones en el consumo de energía eléctrica pueden aportar, el cual es la sustitución del equipo de aires acondicionados, esto implica un nuevo equipo de climatización.

Uno de los aspectos que debe tomarse en cuenta en el presente capítulo es la duración de materiales necesarios para la implementación de las acciones correctivas, por lo que se plantean la vida útil de estos ya que en transcurso de los 20 años que tiene como duración la propuesta del plan será necesario hacer cambios en sustitución de algunos materiales, con lo que esto implica desembolsos en el transcurso del tiempo.

5.3.1.1. Presupuesto de materiales.

Teniendo en cuenta que algunos materiales para implementar las acciones correctivas tienen una vida útil menor a los que dura el plan de ahorro de energía propuesto y que estos mismos deben ser comprados en su totalidad en los primeros años del implementación de las acciones correctivas, debe tenerse una visión clara de las cantidades de materiales a comprar y el costo que estos representan. A medida que el tiempo va transcurriendo y debido a factores como lo es la inflación los costos de materiales podrían tener variaciones en el transcurso de los 20 años, el dinero en la actualidad cuesta cierto valor en unos años este se verá

incrementado y esto se toma en cuenta pues como ya se menciona es necesario compensar materiales que caducan. En promedio los la inflación ha sido de 2.1% en el intervalo de 2009-2014, así los costos se proyectan en los años futuros con este interés.

Tabla 5.319. Presupuesto de materiales para implementación del plan energético 2016 - 2020. Tabla 1 de 3

Materiales	2016		2017		2018		2019		2020	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
tubo LED T8	556 u	\$5,554.44	-	-	-	-	-	-	-	-
tubo fluorescente T8	2 u	\$1.90	-	-	-	-	-	-	-	-
Foco LED de 36w	61 u	\$5,430.22	-	-	-	-	-	-	-	-
Foco LED de 18 w	70 u	\$1,652.70	-	-	-	-	-	-	-	-
Lámpara LED T8	-	-	-	-	3,588 u	\$38,577.00	-	-	-	-
Alambre THHN 14	8090.6 m	\$1,887.69	-	-	-	-	-	-	-	-
Alambre THHN 12	744 m	\$260.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Polducto de 1/2 pg	288 m	\$37.44	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinta Aislante	62 u	\$67.22	6 u	\$6.76	-	-	-	-	-	-
Caja Octagonal	136 u	\$47.60	-	-	-	-	-	-	-	-
Caja Rectangular	144 u	\$50.40	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa Ciega	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia.

Tabla 5.320. Presupuesto de materiales para implementación del plan energético 2016 - 2020. Tabla 2 de 3

Materiales	2016		2017		2018		2019		2020	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Apagador Sencillo	144 u	\$311.04	-	-	-	-	-	-	-	-
Regleta	212 u	\$742.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Roseta	70 u	\$38.50	-	-	-	-	-	-	-	-
Canastilla para foco	70 u	\$185.50	-	-	-	-	-	-	-	-
Bobina contactor 16 amp	-	-	5 u	\$198.06	-	-	-	-	-	-
Maneta eléctrica	5 u	\$88.15	6 u	\$110.27	-	-	-	-	-	-
Caja para contactor 1	-	-	5 u	\$208.49	-	-	-	-	-	-
Caja para maneta	5 u	\$47.55	6 u	\$109.10	-	-	-	-	-	-
Pulsadores eléctricos	10 u	\$137.20	2 u	\$28.60	-	-	-	-	-	-
Contactores de 32 A	26 u	\$2,306.72	4 u	\$369.94	-	-	-	-	-	-
Caja para contactor	5 u	\$636.60	1 u	\$132.72	-	-	-	-	-	-
Cajas para 2 pulsadores	5 u	\$95.15	1 u	\$19.84	-	-	-	-	-	-
Equipo UHY-EP300YJM-A	-	-	-	-	-	-	-	-	4 u	\$78,619.42
Equipo PUHY-EP600YSJM-A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo PUHY-EP900YJM-A	-	-	-	-	-	-	-	-	2 u	\$118,858.90

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Equipo P32VBM-E	PLFY-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 u	\$9,702.61
Equipo P63VBM-E	PLFY-	-	-	-	-	-	-	-	-	13 u	\$26,092.20
Equipo P100VBM-E	PLFY-	-	-	-	-	-	-	-	-	15 u	\$40,424.76
Equipo P125VBM-E	PLFY-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 u	\$9,299.86
Tornillos 1 pulgada		3796.53 u	\$37.62	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarugos Plasticos		3870.53 u	\$38.36	-	-	-	-	-	-	-	-
Alambre de Amarre		132 m	\$6.60	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventana de Aluminio		31 u	\$1,705.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Lamina Transparente		73 u	\$956.30	-	-	-	-	-	-	-	-
Loseta Transparente		292 u	\$773.80	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubo de Silicón		73 u	\$456.25	-	-	-	-	-	-	-	-
Cortina de 1.7 m X 1.5 m		37 u	\$277.50	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubo pvc		37 m	\$22.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Argollas Metálicas		74 u	\$11.10	-	-	-	-	-	-	-	-
Galón de pintura		47 gal	\$413.60	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa de cartón yeso		1,382.86 m ²	\$2,849.89	-	-	-	-	-	-	-	-
Fibra de vidrio aislante		3,286.44 m ²	\$12,906.49	-	-	-	-	-	-	-	-
Canales y montantes metálicos		4,260.46 m	\$2,299.30	-	-	-	-	-	-	-	-
Tornillos autoroscantes		32,864.4 u	\$657.29	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinta para juntas		3,286.44 m	\$164.32	-	-	-	-	-	-	-	-
Guarda vivos		1,643.22 m	\$821.61	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasta para juntas		3,286.44 m ²	\$624.42	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuelgues de cielo falso		1,350.06 u	\$364.52	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia.

Tabla 5.321. Presupuesto de materiales para implementación del plan energético 2016 - 2020. Tabla 3 de 3

Materiales	2016		2017		2018		2019		2020	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Ventana de Protección solar	312.811 m ²	\$20,855.11	-	-	-	-	-	-	-	-
Lamina de protección solar	312.811 m ²	\$5,577.42	-	-	-	-	-	-	-	-
Tornillos 10*1	284 u	\$3.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Burlete tipo S	576.8 m	\$201.88	-	-	-	-	-	-	-	-
Burlete tipo P	577.4 m	\$213.64	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicon claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Burlete tipo RS	33 m	\$297.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Tubería de cobre	20 m	\$6.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Aislante para tubería de cobre	20 u	\$2.98	-	-	-	-	-	-	-	-
Tuerca para tubería de cobre	2 u	\$1.70	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarugos	4 u	\$0.40	-	-	-	-	-	-	-	-
Cable rj45	240 m	\$144.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Conector rj45	120 u	\$30.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Hub de 4 puertos	9 u	\$97.65	-	-	-	-	-	-	-	-
Hub de 8 puertos	3 u	\$64.95	-	-	-	-	-	-	-	-
Termostato digital	35 u	\$1,133.65	-	-	-	-	-	-	-	-
Timer digital	-	-	5 u	\$296.68	-	-	-	-	-	-
Logo 230rc	5 u	\$626.75	1 u	\$130.67	-	-	-	-	-	-
Módulo de expansión	3 u	\$199.80	-	-	-	-	-	-	-	-
Monitor LED de 15.6"	-	-	-	-	-	-	6 u	\$521.61	-	\$532.56
Kit NComputing	-	-	-	-	-	-	36 u	\$8,178.16	-	\$8,349.90
Hub de 4 puertos	-	-	-	-	-	-	18 u	\$212.23	-	\$216.69
Cable RJ45	-	-	-	-	-	-	180 u	\$117.36	-	\$119.83
Conectores RJ45	-	-	-	-	-	-	288 u	\$78.24	-	\$79.88
Medidor eléctrico	-	-	-	-	7 u	\$2,537.58	-	-	-	\$2,645.28
Total		\$74,420.52		\$1,611.13		\$41,114.58		\$9,107.60		\$294,941.89

Fuente: Propia.

Costos de mantenimiento de las acciones correctivas.

Anteriormente se planteó un listado de todos aquellos materiales que deben ser utilizados en la implementación de las acciones correctivas del plan, estas con sus respectivos precios totales y cantidad de cada uno de ellos. Uno de los criterios que se toma en cuenta es que algunos de estos materiales tienen una vida útil menor a la que tendría como duración del plan, por lo que debe tomarse en los costos su sustitución, en tal caso se presentan la vida de los materiales que deben comprarse después del año 5.

Tabla 5.322. Vida útil de materiales. Tabla 1 de 3

Material	Especificación vida útil de Fabricante	Tiempo estimado de uso del material	Vida útil por uso del material	Año de cambio					
				46	92	138	184	230	275
Tubo LED 18w Cubículos	50,000 horas	4.5 horas al día	11,111 días	46	92	138	184	230	275
Tubo LED 18w Oficinas	50,000 horas	8 horas al día	6,250 días	26	52	77	103	129	155
Tubo LED 18w Áreas Comunes	50,000 horas	8 horas al día	6,250 días	26	52	77	103	129	155
Foco LED 36w Ilum. Externa	50,000 horas	12.5 horas al día	4,000 días	11	22	33	44	55	66
Foco LED 36w Ilum. Externa	50,000 horas	3.5 horas al día	14,286 días	39	78	117	157	196	235
Foco LED 18w Pasillos	30,000 horas	3.5 horas al día	8,571 días	23	47	70	94	117	141
Alambre THHN 14	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Caja rectangular	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Apagador sencillo	10,000 Maniobras	10 Maniobras al día	1,000 días	4	8	12	17	21	25
Poliducto de 1/2 pg	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Caja octagonal	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Placa ciega	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Alambre THHN 12	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Regletas	10,000 Maniobras	10 Maniobras al día	1,000 días	4	8	12	17	21	25
Caja octagonal	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Roseta	-	-	4 años aprox.	4	8	12	16	20	24
Canastilla para foco	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Contactador 16 Amp	20,000 horas	6 Maniobras al día	3,333 días	14	28	41	55	69	83
Maneta eléctrica	10,000 Maniobras	10 Maniobras al día	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia.

Tabla 5.323. Vida útil de materiales. Tabla 2 de 3

Material	Especificación vida útil de fabricante	Tiempo estimado de uso del material	Vida útil por uso del material	Año de cambio					
				46	92	138	184	230	275
Caja para contactor 1	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Caja para maneta	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Pulsadores eléctricos	10,000 Maniobras	10 Maniobras al año	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Contactores de 32 Amp	20,000 hora	6 horas al día	3,33 días	14	28	41	55	69	83
Caja para contactor	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Cajas para 2 pulsadores	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Tornillos 10*1	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Tarugos Plásticos	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Alambre de amarre	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Ventanas de aluminio	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Lamina transparente	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Loseta transparente	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Tubo de Silicón	-	-	4 años aprox.	4	8	12	16	20	24
Cortina de 1.7*1.5	-	-	5 años aprox.	5	10	15	20	25	30
Tubo pvc	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Argollas metálicas	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Galón de pintura	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Placa de cartón yeso	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Fibra de vidrio aislante	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Canales y montantes metálicos	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Tornillos autorroscantes	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Cinta para juntas	-	-	4 años aprox.	4	8	12	16	20	24
Guarda vivos	-	-	4 años aprox.	4	8	12	16	20	24
Pasta para juntas	-	-	4 años aprox.	4	8	12	16	20	24
Cuelgues de cielo falso	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Ventana corrediza	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Lamina de protección solar	-	-	5 años aprox.	5	10	15	20	25	30
Burlete tipo S	-	-	5 años aprox.	5	10	15	20	25	30
Burlete tipo P	-	-	5 años aprox.	5	10	15	20	25	30

Fuente: Propia.

Tabla 5.324. Vida útil de materiales. Tabla 3 de 3

Material	Especificación vida útil de fabricante	Tiempo estimado de uso del material	Vida útil por uso del material	Año de cambio					
				4	8	12	16	20	24
Silicon claro	-	-	4 años aprox.	4	8	12	16	20	24
Burlete tipo RS	-	-	5 años aprox.	5	10	15	20	25	30
Tubería de cobre	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Aislante para tubería de cobre	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Tuerca para tubería de cobre	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Cable rj45	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Conector rj 45	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Hub de 4 puertos	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Hub de 8 puertos	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Termostato digital	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Timer digital	-	-	10 años aprox.	10	20	30	40	50	60
Logo 230rc	50,000 horas	6 horas al día	8,333 días	34	69	103	138	172	207
Módulo de expansión	50,000 horas	6 horas al día	8,333 días	34	69	103	138	172	207
Monitor LED de 15.6"	-	-	15 años aprox.	15	30	45	60	75	90
Kit NComputing	100,000 horas	8 horas al día	12,500 días	52	103	155	207	258	310
Medidor eléctrico	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Equipo PUHY-EP300YJM-A	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Equipo PLFY-P63VBM-E	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Equipo PLFY-P125VBM-E	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Equipo PLFY-P32VBM-E	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-
Equipo PUHY-EP600YSJM-A									
Equipo PLFY-P100VBM-E									
Equipo PUHY-EP900YJM-A	-	-	Mayor a 20 años	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia.

Otro punto que se considera importante en esta evaluación económica es aquella que relaciona el tiempo en el cual el plan está proyectado, durante los veinte años de proyección del plan energético, muchos materiales debido a su frecuencia de uso y su corta vida útil tendrán que ser reemplazos.

De acuerdo con la vida útil de cada uno de los materiales presentados, se presentan las tablas de los costos por cambios en dichos materiales:

Tabla 5.325. Presupuesto de materiales para el mantenimiento del plan energético 2020 - 2027. Tabla 1 de 2

Material	2020		2021		2024		2026		2027	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Foco LED 36w	-	-	-	-	-	-	-	-	61 u	\$8,577.96
Apagador sencillo	144 u	\$375.01	-	-	144 u	\$407.52	-	-	-	-
Regleta	212 u	\$894.61	-	-	212 u	\$972.16	-	-	-	-
Roseta	70 u	\$46.42	-	-	70 u	\$50.45	-	-	-	-
Contactador 16 Amp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Contactores de 32 Amp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Lamina transparente	-	-	-	-	-	-	73 u	\$1,449.13	-	-
Loseta transparente	-	-	-	-	-	-	292 u	\$1,172.59	-	-
Tubo de silicón	73 u	\$610.32	-	-	73 u	\$663.23	-	-	-	-
Cortina de 1.7*1.5	-	-	37 u	\$379.01	-	-	37 u	\$420.51	-	-
Cinta para juntas	3,286 m	\$219.81	-	-	3,286 m	\$238.87	-	-	-	-
Guarda vivos	1,643 u	\$1,099.07	-	-	1,643 u	\$1,194.34	-	-	-	-
Pasta para juntas	3,286 u	\$835.29	-	-	3,286 u	\$907.70	-	-	-	-
Lamina de protección solar	-	-	312.8 m	\$7,617.61	-	-	312.8 m	\$8,451.76	-	-
Burlete tipo S	-	-	578.8 m	\$259.00	-	-	578.8 m	\$287.36	-	-
Burlete tipo P	-	-	577.4 m	\$274.15	-	-	577.4 m	\$307.17	-	-
Burlete tipo RS	-	-	33 m	\$381.13	-	-	33 m	\$422.86	-	-
Cable rj45	-	-	-	-	-	-	420 m	\$227.49	-	-
Conector rj45	-	-	-	-	-	-	308 u	\$47.39	-	-
Hub de 4 puertos	-	-	-	-	-	-	21 u	\$153.87	-	-
Hub de 8 puertos	-	-	-	-	-	-	3 u	\$102.60	-	-
Termostato digital	-	-	-	-	-	-	35 u	\$1,866.80	-	-
Timer digital	-	-	-	-	-	-	35 u	\$478.50	-	-
Monitor LED de 15.6"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		\$4,080.53		\$8,910.90		\$4,434.27		\$15,388.03		\$8,577.96

Fuente: Propia.

Tabla 5.326. Presupuesto de materiales para el mantenimiento del plan energético 2028 - 2033. Tabla 2 de 2

Material	2028		2030		2031		2032		2033	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Foco LED 36w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apagador sencillo	144 u	\$442.85	-	-	-	-	144 u	\$481.23	144 u	\$522.95
Regleta	212 u	\$1,056.43	-	-	-	-	-	-	212 u	\$1,247.52
Roseta	70 u	\$54.82	-	-	-	-	-	-	70 u	\$64.74
Contactador 16 Amp	-	-	10 u	\$1,587.60	-	-	-	-	-	-
Contactores de 32 Amp	-	-	20 u	\$3,241.89	-	-	-	-	-	-
Lamina transparente									73 u	\$1,783.88
Loseta transparente									292 u	\$1,443.45
Tubo de silicón	73 u	\$720.72					73 u	\$783.19	73 u	\$851.08
Cortina de 1.7*1.5					37 u	\$466.56			37 u	\$517.65
Cinta para juntas	3,286 m	\$259.57					3,286 m	\$282.08	3,286 m	\$306.53
Guarda vivos	1,643 u	\$1,297.87					1,643 u	\$1,410.38	1,643 u	\$1,532.63
Pasta para juntas	3,286 u	\$986.38					3,286 u	\$1,071.88	3,286 u	\$1,164.79

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Lamina de protección solar					312.8 u	\$9,377.26			312.8 u	\$10,404.10
Burlete tipo S					578.8 m	\$318.83			578.8 m	\$353.74
Burlete tipo P					577.4 m	\$337.47			577.4 m	\$374.43
Burlete tipo RS					33 m	\$469.16			33 m	\$520.54
Cable rj45	-	-	-	-	-	-			420 m	\$280.04
Conector rj45	-	-	-	-	-	-			308 u	\$58.34
Hub de 4 puertos	-	-	-	-	-	-			21 u	\$189.42
Hub de 8 puertos	-	-	-	-	-	-			3 u	\$126.30
Termostato digital	-	-	-	-	-	-			35 u	\$2,298.02
Timer digital	-	-	-	-	-	-			35 u	\$589.03
Monitor LED de 15.6"	-	-	-	-	6 u	\$655.58	-	-	-	-
Total		\$4,818.64		\$4,829.49		\$11,624.86		\$4,028.76		\$24,629.18

Fuente: Propia.

5.3.1.2. Presupuesto de mano de obra.

El plan de ahorro de energía eléctrica que se propone para la UES FMOcc implica la implementación de muchos cambios, que se destacan los que están ligados al mejoramiento de la instalaciones tanto eléctricas como estructurales de algunos espacios de la institución, pero la Unidad de mantenimiento posee un grupo limitado de personal que se encarga de la reparación no solo del sistema eléctrico sino de otros aspectos como fontanería, carpintería, mecánica, y no debe cargarse con más trabajo, por lo que se propone la contratación de un grupo de personal eventual para trabajar en las actividades del plan. Estas personas estarían a cargo de la unidad de mantenimiento bajo las órdenes del Jefe de Desarrollo Físico de la FMOcc.

Uno de los costos que tendría por parte de la UES FMOcc es en función de la mano de obra contratada se estima que por cada uno de las personas contratadas eventualmente se tendría un pago por sus servicios de 400 dólares. La contratación de estas personas debe ser previa al inicio de la implementación del plan, donde este contrato será para los primeros 9 meses que consisten en trabajos de las acciones de corto plazo, en tal razón se presentan los costos por mano de obra contratada. A demás se contrataran para los meses 9 y 10 de este mismo año, los cuales corresponden para las acciones de mediano plazo. Las demás acciones serán ejecutadas por el personal de la unidad de mantenimiento de la Facultad que

corresponden a las acciones de mediano y largo plazo, estas personas se identifican mediante el color gris en los diagramas de Gantt para las acciones antes mencionadas.

Tabla 5.327. Presupuesto de mano de obra para implementación del plan energético 2016.

Personal	Año 2016									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Empleado eventual 1	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
Empleado eventual 2	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
Empleado eventual 3	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
Empleado eventual 4	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
Empleado eventual 5	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
Empleado eventual 6	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
Sub total de pago mensual	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400	\$2,400
Total de pago anual	\$24,000									

Fuente: Propia.

5.3.1.3. Presupuesto de capacitaciones y proyecto de cultura energética.

Uno de los aspectos que se ha tomado en cuenta en el plan de ahorro de energía eléctrica para la UES FMOcc es la parte de dar a conocer a las personas cómo debe utilizarse la electricidad, así como del entorno de trabajo que también influye en el consumo. En torno a las actividades de las acciones correctivas, se enfocan a cambios en procesos de trabajo en cuanto a una buena utilización del recurso de equipos eléctricos y electrónicos, el buen uso de espacios de trabajo que pueden ser oficinas, cubículos, aulas y laboratorios.

La presente tabla describe los insumos necesarios para desarrollar capacitaciones al personal de la Facultad, así como insumos necesarios para hacer llegar a los alumnos información acerca de una buena cultura energética, en tanto se tiene la tabla de los insumos que serían usados en el periodo de mediano plazo.

Tabla 5.328. Insumos de acciones correctivas de procesos de capacitaciones y cambio cultural 2017.

Insumos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Refrigerio	1088	\$1.50	\$1,632.00
Hoja volante	612	\$0.33	\$204.00
Afiche ahorro de energía	8057.5	\$0.50	\$4,035.50
Revista eficiencia energética	272	\$0.50	\$136.00

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla anterior

Imprevistos		\$1000	\$1000
Total			\$7,007.50

Fuente: Propia.

5.3.1.4. Presupuesto de papelería y otros insumos

Aquí se incluyen los costos por papelería y otros suministros, que son costos necesarios para llevar a cabo el control legal y transparente de las peticiones y cambios a realizar por parte del personal involucrado durante los años que dura la implementación del plan.

Tabla 5.329. Papelería e insumos de acciones correctivas.

Material	Especificaciones	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total				
				Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
Papel bond tamaño carta	Resma de 500 hojas	2	\$4.50	\$9.00	\$9.19	\$9.38	\$9.58	\$9.78
Bolígrafos	Caja de 12 unidades	1	\$1.75	\$1.75	\$1.79	\$1.83	\$1.87	\$1.91
Lapiceros	Caja de 12 unidades	1	\$1.15	\$1.15	\$1.17	\$1.19	\$1.21	\$1.23
Folder tamaño carta	Caja de 100 unidades	1	\$5.65	\$5.65	\$5.77	\$5.89	\$6.01	\$6.14
Cinta adhesiva	Rollo	4	\$1.50	\$6.00	\$6.13	\$6.26	\$6.39	\$6.52
Tinta para impresora	Bote de 300 ml	3	\$8.50	\$25.50	\$26.04	\$26.59	\$27.15	\$27.72
Total anual				\$49.05	\$50.09	\$51.14	\$52.21	\$53.30

Fuente: Propia.

5.3.1.5 Egresos totales por inversión.

Para el plan de ahorro de energía se han contabilizado los egresos que corresponden a los años comprendidos en el período 2016–2032, estos egresos conformados por diversos materiales, mano de obra, insumos sobre capacitación energética y papelería se detallan a continuación:

Tabla 5.330. Costo total de presupuesto para la implementación del plan energético 2016 - 2033

Año de compra	TIPO DE PRESUPUESTO				Costo total de Inversión por año.
	Materiales	Mano de obra	Capacitaciones y proyecto de cultura energética	Papelería y otros insumos	
2016	\$74,420.52	\$24,000	-	\$49.05	\$98,469.57
2017	\$1,611.13	-	\$7,007.50	\$50.09	\$8,668.72
2018	\$41,114.58	-	-	\$51.14	\$41,165.81
2019	\$9,107.6	-	-	\$52.21	\$9,159.81
2020	\$299,022.42	-	-	\$53.30	\$299,075.72
2021	\$8,910.90	-	-	-	\$8,910.90
2022	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-
2024	\$4,434.27	-	-	-	\$4,434.27
2025	-	-	-	-	-
2026	\$15,388.03	-	-	-	\$15,388.03
2027	\$8,577.96	-	-	-	\$8,577.96
2028	\$4,818.64	-	-	-	\$4,818.64
2029	-	-	-	-	-
2030	\$4,829.49	-	-	-	\$4,829.49
2031	\$11,624.86	-	-	-	\$11,624.86
2032	\$4,028.76	-	-	-	\$4,028.76
2033	\$24,629.18	-	-	-	\$24,629.18
Presupuesto total					\$543,781.63

Fuente: Propia.

Para el plan de ahorro de energía se han contabilizado los egresos que corresponden a los años comprendidos en el período 2016–2032, estos egresos están comprendidos para materiales, mano de obra, insumos de capacitación y papelería y otros insumos, haciendo un total de \$ 543,781.63.

5.3.2. Ingresos por Ahorro de Energía Eléctrica

Los ingresos por ahorro de energía son disminuciones de la factura eléctrica que la Universidad dejara de pagar en los años evaluados, entonces son una figura que se llaman no egresos.

Los ingresos de efectivo estimados se calculan sobre las proyecciones de la factura eléctrica de las UES-FMOcc. En la parte de proyecciones de la tarifa eléctrica en el capítulo 3 se detallan los pagos estimados que realizará la facultad en el periodo comprendido entre 2016-2035, desglosado en diferentes cargos que la empresa AES-CLESA cobra por el

servicio, y los ahorros son la eliminación o disminución de los diferentes componentes cobrados por el suministro eléctrico. Se explican los ahorros estimados en seguida

Ahorros por disminución el en cobro por distribución de potencia

Ya se describió que este cobro, es el producto del pico potencia eléctrica máxima suministrada cada mes a la universidad multiplicada por la tarifa de cobro impuesta por la SIGET a AES-CLESA. El ahorro en efectivo se manifiesta, ya sea, si disminuye la potencia eléctrica máxima demandada y/o si se disminuye la tarifa de cobro por este cargo. La potencia disminuirá al sustituir el equipo actual por un equipo más eficiente (menor potencia) como el caso de luminarias LED y aires acondicionados modernos, disminuirá también al colocar bancos de capacitores para corregir el factor de potencia bajo. La disminución de potencia demandada se estima entre el 40 y 50 %, pero, los autores de este trabajo decidieron tomar una reducción del 45%. Esta reducción aumentará progresivamente, a medida se sustituyan los equipos y se corrijan los problemas, por convención se tomará el 10 % de reducción en el primer año de implementación (2016) e irá aumentando en incrementos de 10% hasta obtener el 45% a partir del año 2020.

Ahorros por disminución el en cobro energía eléctrica

El cobro por energía es el rubro más grande en la factura eléctrica, para éste cobro se estima un ahorro del 49.532% a partir del año 2020 en adelante. En la parte “programación de ahorros de energía eléctrica en el corto, mediano y largo plazo” del capítulo 4, se detallan como se distribuyen los porcentajes de ahorro en los diferentes horarios tarifarios (horario en punta, resto y valle) que aumentan de 0% en el primer año, hasta 49.532% en el año 2020, luego este valor de 49.532% se mantendrá constante hasta el último año de evaluación.

Ahorros por disminución el en cobro por multa en el factor de potencia

Se presume que el índice de factor de potencia bajo se corregirá al sustituir las luminarias fluorescentes por luminarias LED. Se propone iluminar el 100% de la UES-FMOcc con luminaria LED en tercer año (2018), en consecuencia se presume también la corrección del factor de potencia bajo del 2018 en adelante, ahorrando el 100% de pago de la multa por violación al índice factor de potencia a partir del tercer año de evaluación.

Ahorros por disminución el en cobro por mora

En el 2014 la facultad pago un promedio de \$35.00 mensuales en interés por mora. Se plantea ahorrar el 100% de este cobro, implementado una política de pago al día en los gastos fijos, que se implementa a partir del 2017, obteniendo el 100% de ahorro de esta multa.

Ahorros por disminución el en cobro de IVA

Y finalmente del subtotal de ingresos planteados anteriormente, se obtendrá uno más. Este corresponde al 13% de IVA que dejará de pagarse por el no pago del consumo de energía ahorrado, así se incrementa en los ingresos estimados el IVA que dejará de pagarse.

Finalmente el ingreso total en cada año, será, la suma de los ingresos individuales descritos. En las tablas siguientes se detallan los ingresos estimados para cada componente. Para cada año se describe la proyección de los cobros (pagos por la electricidad), el porcentaje de ahorro y el ahorro en dinero por los diferentes componentes. En la mayoría de los casos se ha calculado ya el porcentaje de disminución de cada cobro, y para, expresar el ahorro en dinero (filas ahorro), únicamente, se obtiene el porcentaje de ahorro (filas % ahorro) de los cobros proyectados (fila cobros). Es importante recordar que los porcentajes de ahorro en energía se calcularon en base al total de consumo en un día normal (consumo en punta + resto + valle), por tanto, para obtener el ahorro en estos tres horarios se calculan sobre el cobro total en energía (columna total). El ingreso total anual para los años comprendidos en el periodo de evaluación 2016-2035 se remarca en negrita en la última columna "Total anual".

Tabla 5.331. Proyecciones de ingresos anuales por disminución en el cobro electricidad 2015-2035. Tabla 1 de 2

Año		Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total anual
				Resto	punta	valle	Total						
2016	cobro	\$153.57	\$22,378.30	-	-	-	\$66,656.03	\$6,152.24	-\$1,035.72	\$12,449.97	-	\$428.88	\$107,183.27
	% ahorro	-	10.000 %	18.984 %	3.916%	2.181%	25.081%	-	-	19.793%	-	-	19.985%
	ahorro	-	\$2,237.83	\$12,653.98	\$2,610.25	\$1,453.77	\$16,780.00	-	-	\$2,464.26	-	-	\$21,420.09
2017	cobro	\$156.70	\$23,140.20	-	-	-	\$68,792.93	\$7,767.15	-\$1,057.44	\$13,038.29	-	\$437.52	\$112,275.35
	% ahorro	-	20.000%	25.044%	3.916%	2.181%	29.430%	-	-	26.411%	-	100.00%	26.659%
	ahorro	-	\$4,628.04	\$17,228.50	\$2,693.93	\$1,500.37	\$21,422.76	-	-	\$3,433.49	-	\$437.52	\$29,931.85
2018	cobro	\$160.04	\$23,626.17	-	-	-	\$70,237.62	\$7,930.25	-\$1,079.64	\$13,312.14	-	\$447.00	\$114,633.58
	% ahorro	-	30.000%	31.030%	3.916%	2.181%	37.127%	100.00%	-	40.568%	-	100.00%	40.950%
	ahorro	-	\$7,087.85	\$21,794.73	\$2,750.51	\$1,531.88	\$26,077.12	\$7,930.25	-	5,400.49	-	\$447.00	\$46,942.71
2019	cobro	\$163.40	\$24,122.31	-	-	-	\$71,712.59	\$8,096.80	-\$1,102.32	\$13,591.69	-	\$456.36	\$117,040.83
	% ahorro	-	40.000%	31.841%	3.916%	2.181%	37.938%	100.00%	-	43.432%	-	100.00%	43.841%
	ahorro	\$0.00	\$9,648.92	\$22,834.01	\$2,808.27	\$1,564.05	\$27,206.32	\$8,096.80	-	\$5,903.09	-	\$456.36	\$51,311.50
2020	cobro	\$166.87	\$24,628.84	-	-	-	\$73,218.56	\$8,266.81	-\$1,125.48	\$13,877.12	-	\$465.96	\$119,498.68
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$11,082.98	\$31,802.48	\$2,867.24	\$1,596.90	\$36,266.62	\$8,266.81	-	\$7,290.71	-	\$465.96	\$63,373.07
2021	cobro	\$170.35	\$25,146.06	-	-	-	\$74,756.15	\$8,440.42	-\$1,149.12	\$14,168.54	-	\$475.80	\$122,008.20
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$11,315.73	\$32,470.33	\$2,927.45	\$1,630.43	\$37,028.22	\$8,440.42	-	\$7,443.82	-	\$475.80	\$64,703.98
2022	cobro	\$173.94	\$25,674.13	-	-	-	\$76,326.01	\$8,617.66	-\$1,173.24	\$14,466.08	-	\$485.76	\$124,570.34
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$11,553.36	\$33,152.20	\$2,988.93	\$1,664.67	\$37,805.80	\$8,617.66	-	\$7,600.14	-	\$485.76	\$66,062.71
2023	cobro	\$177.54	\$26,213.28	-	-	-	\$77,928.86	\$8,798.65	-\$1,197.84	\$14,769.86	-	\$495.96	\$127,186.31
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$11,795.98	\$33,848.40	\$3,051.69	\$1,699.63	\$38,599.72	\$8,798.65	-	\$7,759.74	-	\$495.96	\$67,450.05
2024	cobro	\$181.25	\$26,763.77	-	-	-	\$79,565.38	\$8,983.40	-\$1,223.04	\$15,080.03	-	\$506.40	\$129,857.19
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.033%
	ahorro	-	\$12,043.70	\$34,559.22	\$3,115.78	\$1,735.32	\$39,410.32	\$8,983.40	-	\$7,922.70	-	\$506.40	\$68,866.52
2025		\$185.08	\$27,325.79	-	-	-	\$81,236.28	\$9,172.07	-\$1,248.72	\$15,396.70	-	\$516.96	\$132,584.16
		-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
		-	\$12,296.61	\$35,284.98	\$3,181.21	\$1,771.76	\$40,237.95	\$9,172.07	-	\$8,089.07	-	\$516.96	\$70,312.66

Fuente: Propia.

Tabla 5.332. Proyecciones de ingresos anuales por disminución en el cobro electricidad 2015-2035. Tabla 2 de 2

Año	Cargo comercial	Cargo por distribución	Cargo por consumo de energía				Multa Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total anual	
			Resto	punta	valle	Total							
2026	cobro	\$189.03	\$27,899.63	-	-	-	\$82,942.21	\$9,364.69	-\$1,274.88	\$15,720.05	-	\$527.88	\$135,368.61
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$12,554.83	\$36,025.95	\$3,248.02	\$1,808.97	\$41,082.94	\$9,364.69	-	\$8,258.94	-	\$527.88	\$71,789.28
2027	cobro	\$192.99	\$28,485.54	-	-	-	\$84,684.02	\$9,561.33	-\$1,301.64	\$16,050.16	-	\$538.92	\$138,211.32
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$12,818.49	\$36,782.50	\$3,316.23	\$1,846.96	\$41,945.69	\$9,561.33	-	\$8,432.38	-	\$538.92	\$73,296.81
2028	cobro	\$196.95	\$29,083.74	-	-	-	\$86,462.36	\$9,762.13	-\$1,329.00	\$16,387.22	-	\$550.32	\$141,113.72
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.033%
	ahorro	-	\$13,087.68	\$37,554.93	\$3,385.87	\$1,885.74	\$42,826.54	\$9,762.13	-	\$8,609.47	-	\$550.32	\$74,836.14
2029	cobro	\$201.13	\$29,694.49	-	-	-	\$88,278.10	\$9,967.13	-\$1,356.96	\$16,731.35	-	\$561.84	\$144,077.08
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$13,362.52	\$38,343.59	\$3,456.97	\$1,925.35	\$43,725.91	\$9,967.13	-	\$8,790.26	-	\$561.84	\$76,407.66
2030	cobro	\$205.33	\$30,318.07	-	-	-	\$90,131.91	\$10,176.43	-\$1,385.40	\$17,082.69	-	\$573.60	\$147,102.63
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$13,643.13	\$39,148.80	\$3,529.57	\$1,965.78	\$44,644.14	\$10,176.43	-	\$8,974.85	-	\$573.60	\$78,012.15
2031	cobro	\$209.64	\$30,954.76	-	-	-	\$92,024.71	\$10,390.14	-\$1,414.56	\$17,441.45	-	\$585.72	\$150,191.86
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.033%
	ahorro	-	\$13,929.64	\$39,970.93	\$3,603.69	\$2,007.06	\$45,581.68	\$10,390.14	-	\$9,163.33	-	\$585.72	\$79,650.51
2032	cobro	\$214.07	\$31,604.82	-	-	-	\$93,957.19	\$10,608.34	-\$1,444.20	\$17,807.71	-	\$597.96	\$153,345.89
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$14,222.17	\$40,810.31	\$3,679.36	\$2,049.21	\$46,538.88	\$10,608.34	-	\$9,355.75	-	\$597.96	\$81,323.10
2033	cobro	\$218.62	\$32,268.50	-	-	-	\$95,930.29	\$10,831.11	-\$1,474.56	\$18,181.68	-	\$610.56	\$156,566.20
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$14,520.83	\$41,667.32	\$3,756.63	\$2,092.24	\$47,516.19	\$10,831.11	-	\$9,552.23	-	\$610.56	\$83,030.92
2034	cobro	\$223.18	\$32,946.15	-	-	-	\$97,944.84	\$11,058.56	-\$1,505.52	\$18,563.50	-	\$623.40	\$159,854.11
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$14,825.77	\$42,542.34	\$3,835.52	\$2,136.18	\$48,514.04	\$11,058.56	-	\$9,752.83	-	\$623.40	\$84,774.60
2035	cobro	\$227.85	\$33,638.04	-	-	-	\$100,001.67	\$11,290.80	-\$1,537.08	\$18,953.33	-	\$636.48	\$163,211.09
	% ahorro	-	45.000%	43.435%	3.916%	2.181%	49.532%	100.00%	-	52.538%	-	100.00%	53.032%
	ahorro	-	\$15,137.12	\$43,435.73	\$3,916.07	\$2,181.04	\$49,532.83	\$11,290.80	-	\$9,957.64	-	\$636.48	\$86,554.86

Fuente: Propia.

5.3.2. Punto de Equilibrio.

Es el punto en donde los egresos totales de cada año ejecutados para llevar a cabo el plan de ahorro energético se igualan a los ingresos totales, cuyos costos están representados por el ahorro obtenido a través de las propuestas planteadas, para calcular el punto de equilibrio es necesario tener bien identificado el comportamiento de los costos; de otra manera es sumamente difícil determinar la ubicación de este punto.

La tabla mostrada a continuación muestra en el lado izquierdo los egresos e ingresos pertenecientes a cada uno de los años en el que el plan está proyectado, de la misma manera las dos columnas colocadas al lado derecho de la tabla muestra los egresos e ingresos que se van acumulando a través del tiempo, datos que se utilizaron para presentar de manera gráfica el punto de equilibrio.

Tabla 5.333. Egresos e Ingresos totales del plan energético 2016 – 2035.

Año	Egresos	Ingresos	Egresos Acumulados	Ingresos Acumulados	Utilidad
2016	\$98,469.57	\$21,420.09	\$98,469.57	\$21,420.09	-\$77,049.48
2017	\$8,668.72	\$29,931.85	\$107,138.29	\$51,351.94	-\$55,786.35
2018	\$41,165.72	\$46,942.71	\$148,304.01	\$98,294.65	-\$50,009.36
2019	\$9,159.81	\$51,311.50	\$157,463.82	\$149,606.15	-\$7,857.67
2020	\$299,075.72	\$63,373.07	\$456,539.54	\$212,979.22	-\$243,560.32
2021	\$8,910.90	\$64,703.98	\$465,450.44	\$277,683.20	-\$187,767.24
2022	-	\$66,062.71	\$465,450.44	\$343,745.91	-\$121,704.53
2023	-	\$67,450.05	\$465,450.44	\$411,195.96	-\$54,254.48
2024	\$4,434.27	\$68,866.52	\$469,884.71	\$480,062.48	\$10,177.77
2025	-	\$70,312.66	\$469,884.71	\$550,375.14	\$80,490.43
2026	\$15,388.03	\$71,789.28	\$485,272.74	\$622,164.42	\$136,891.68
2027	\$8,577.96	\$73,296.81	\$493,850.70	\$695,461.23	\$201,610.53
2028	\$4,818.64	\$74,836.14	\$498,669.34	\$770,297.37	\$271,628.03
2029	-	\$76,407.66	\$498,669.34	\$846,705.03	\$348,035.69
2030	\$4,829.49	\$78,012.15	\$503,498.83	\$924,717.18	\$421,218.35
2031	\$11,624.86	\$79,650.51	\$515,123.69	\$1,004,367.69	\$489,244.00
2032	\$4,028.76	\$81,323.10	\$519,152.45	\$1,085,690.79	\$566,538.34
2033	\$24,629.18	\$83,030.92	\$543,781.63	\$1,168,721.71	\$624,940.08
2034	-	\$84,774.60	\$543,781.63	\$1,253,496.31	\$709,714.68
2035	-	\$86,554.86	\$543,781.63	\$1,340,051.17	\$796,269.54
Total					\$3,858,769.69

Fuente: Propia.

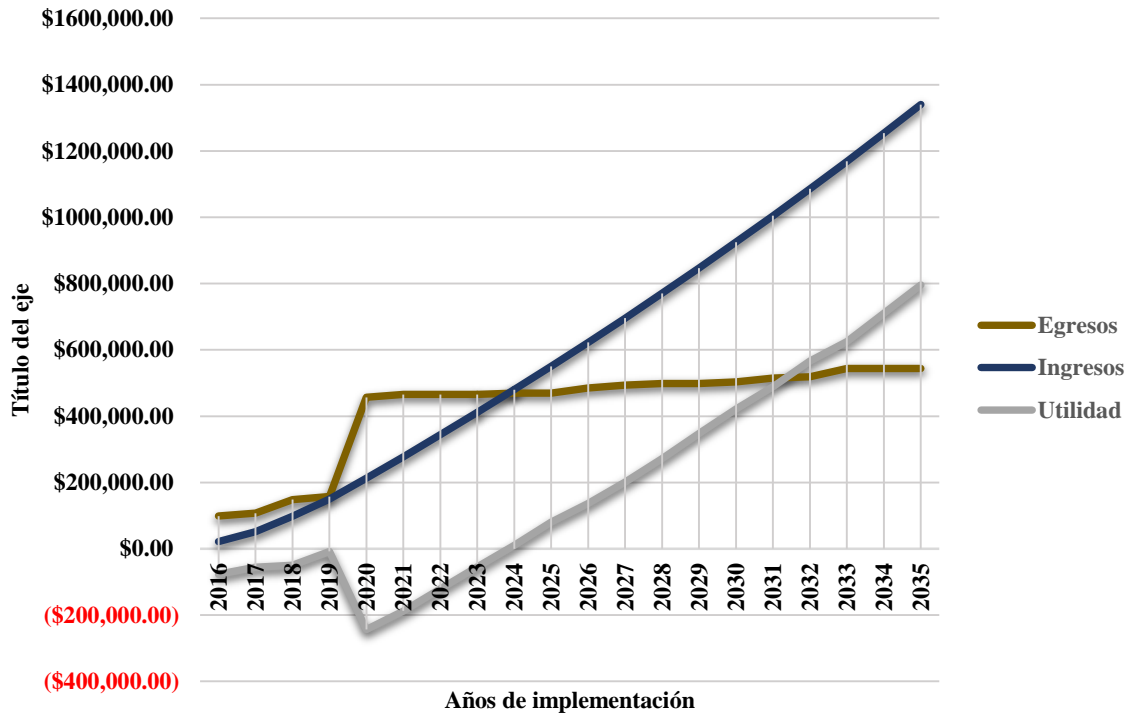


Gráfico 5.53. Punto de equilibrio presentada gráficamente.
Fuente: Propia.

La grafica mostrada anteriormente explica de manera más clara el comportamiento económico financiero de la implementación del plan, en donde las tres líneas plasmadas indican en primer lugar los egresos (aquellos costos como materia prima, mano de obra contratada, papelería, y ciertos materiales que serán requeridos obtenerlos nuevamente debido a su vida útil), la segunda línea representa los ingresos económicos generados por el ahorro a través de las diversas acciones correctivas ejecutadas, la tercer línea representa la utilidad que se obtiene de la diferencia de los ingresos acumulados y los egresos acumulados. El punto de equilibrio mostrado en el cruce entre la línea de egresos e ingresos identifica el año en donde el plan ya rindió en ahorro todo el costo de implementación y que a partir de ese punto se empieza a tener rendimiento (utilidad positiva) y se recuperó la inversión. En conclusión este punto dividió el tiempo en dos análisis, el primero, donde está el periodo de recuperación de la inversión (flujos de caja negativos), y el segundo muestra el periodo en donde se recuperó la inversión afirmando que el proyecto está generando rendimiento (flujo de caja positivo). Se estima que el plan empezara a rendir a mediados del año 2023.

5.4. Evaluación financiera del plan de ahorro del consumo eléctrico

La evaluación financiera del plan de ahorro energético, es el punto final del presente documento, este indica, si todo lo que se ha planteado es posible realizarlo obteniendo *utilidades* además de otros beneficios, como: una institución totalmente mejorada en sus instalaciones eléctricas, ya que actualmente la mayoría de equipo tanto de iluminación, ofimático y climatológico han llegado al final de su vida útil. El propósito de esta evaluación financiera es conocer si el plan a través de los ingresos económicos genera rentabilidad.

El presente capítulo describe la última etapa del plan de ahorro energético, la evaluación financiera del plan. La evaluación financiera del plan busca encontrar la factibilidad o el rendimiento a través del cálculo de diversos criterios de evaluación; como el Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y Relación Costo/Beneficio (C/B).

Para determinar el resultado de estos criterios se toman en cuenta todos los costos mostrados en el estudio económico para cada año de implementación de actividades, como: costos de materiales, mano de obra, capacitaciones sobre el buen uso del recurso energético y otro tipo de insumo. Esta serie de costos denominados egresos son utilizados para implementar todas las actividades programadas, con el fin de obtener ahorro energético que transformado en capital se convierten en ahorro económico. Entre mayor sean los ahorros, mayor será la rentabilidad económica del plan de ahorro energético.

La evaluación financiera se realiza para tres alternativas, las cuales describen a través de cálculos financieros cuál de las tres opciones genera mayor rentabilidad y por ende ser la más factible para la FMOcc. Estas alternativas de financiamiento se mencionan a continuación:

1. Financiamiento UES-FMOcc.
2. Auto financiamiento UES-FMOcc.
3. Autofinanciamiento y préstamo bancario.

5.4.1. Alternativa 1: Financiamiento UES-FMOcc

Esta alternativa de financiamiento calcula el desembolso que año tras año la UES-FMOcc realizara para llevar cabo las actividades programadas en un tiempo determinado, es decir esta opción de financiamiento tiene como fin buscar que la universidad vaya desembolsando los diferentes costos de implementación presentados en cada año, cabe mencionar que esta alternativa no busca el autofinanciamiento del plan atreves de los ingresos obtenidos. Para determinar la rentabilidad monetaria de la alternativa propuesta se desarrolló el método más utilizado por los evaluadores de proyectos, el VPN mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión de ejecución y desarrollo del plan, este indicador se calcula determinando el valor actual de todos los flujos de caja proyectados a partir del primer periodo de operación de la cual a este se le resta la inversión inicial total expresada en el flujo y correspondiente al momento cero, de esta manera se obtiene este primer criterio de evaluación. Si el resultado del VPN es mayor que cero mostrara cuanto se gana con el plan de ahorro después de haber recuperado la inversión por sobre la tasa de retorno que se le exige al proyecto. Si el resultado es igual a cero, indica que el plan reporta exactamente la tasa de retorno que se desea obtener después de haber recuperado el capital invertido y por último, si el resultado desfavorece siendo este negativo, mostrara el monto que falta para ganar la tasa que se desea obtener después de recuperar la inversión.

El segundo criterio evaluado lo constituye la tasa interna de retorno, TIR, que mide la rentabilidad del plan como porcentaje, dicho de otra manera si el VPN calculado resulta ser mayor que cero significa para este criterio que la tasa de rentabilidad es superior a la exigida, la cual indica que se puede exigir al plan una ganancia superior a la tasa evaluada. Cabe mencionar que la máxima tasa exigible será aquella que haga el VPN igual a cero. El tercer criterio a utilizar en esta evaluación financiera es el Periodo de Recuperación de la Inversión, PRI, el cual tiene por objeto medir en cuando tiempo se recupera la inversión mostrando simultáneamente el año en el cual el plan empezara a generar utilidades o ganancias en función del ahorro. Como último criterio de evaluación se tiene la relación existente entre el beneficio y el costo, esta relación compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. Este método lleva a la misma regla de decisión del VPN, ya que cuando este sea igual a cero, la relación beneficio-costos será igual

a uno. Si el VPN es mayor que cero, la relación será mayor que uno, y si el VAN resulta negativo, este será menor que uno.

5.4.1.1. Flujos de caja para la Alternativa 1

A continuación se muestran los flujos de caja utilizados para determinar los criterios anteriormente mencionados, cabe mencionar que estos flujos son el resultado de todos los costos calculados en el estudio económico, en donde se determinaron costos de materiales, costos de implementación y otros costos que se requieren para llevar a cabo dicho plan. El flujo de caja se estructura en varias columnas que representan los momentos en que se generan los costos y beneficios del plan. Cada momento refleja dos cosas: los movimientos de caja ocurridos durante un año y los desembolsos que se deben estar realizando para que las actividades de los periodos siguientes puedan ocurrir. Como el plan se avaluó para veinte años, el flujo de caja presenta 21 columnas, una para cada año de funcionamiento y otra que refleja todos los desembolsos previos a la puesta en marcha. Esta última columna va antes que las demás, y se nombra como momento cero e incluye lo que se denomina *calendario de inversiones*. Este calendario de inversiones corresponde a los presupuestos de todas las inversiones que se efectúan antes del inicio de la operación que se espera realizar con la implantación del plan. En este caso como la caja de flujo relaciona egresos (costos de implementación) e ingresos (ahorro energético), los valores del primer término se expresan de forma negativa ya que estos representan los desembolsos monetarios que se realizan para llevar a cabo las actividades pertinentes al plan, mientras que el segundo término representa los valores monetarios obtenidos, mediante el ahorro energético percibido presentándose por tanto de manera positiva.

Tabla 5.334. Flujos de caja para la alternativa uno “Financiamiento UES-FMOcc”

	0	1	2	3	4	5	6	7
Costo Materiales	-74,420.52	-1,611.13	-41,114.58	-9,107.60	-299,022.42	-8,910.90		
Costo Mano de Obra	-24,000.00							
C. Capacitaciones		-7,007.50						
C. otros suministros	-49.05	-50.09	-51.14	-52.21	-53.30			
Ahorro		21,420.09	29,931.85	46,942.71	51,311.50	63,373.07	64,703.98	66,062.71
Flujo	-98,469.57	12,751.37	-11,233.87	37,782.90	-247,764.22	54,462.17	64,703.98	66,062.71

Continuación de flujos de caja							
	8	9	10	11	12	13	14
Costo Materiales	-4,434.27		-15,388.03	-8,577.96	-4,818.64		-4,829.49
Costo Mano de Obra							
C. Capacitaciones							
C. otros suministros							
Ahorro	67,450.05	68,866.52	70,312.66	71,789.28	73,296.81	74,836.14	76,407.66
Flujo	63,015.78	68,866.52	54,924.63	63,211.32	68,478.17	74,836.14	71,578.17

Continuación de flujos de caja						
	15	16	17	18	19	20
Costo Materiales	-11,624.86	-4,028.76	-24629.18			
Costo Mano de Obra						
C. Capacitaciones						
C. otros suministros						
Ahorro	78,012.15	79,650.51	81,323.10	83,030.92	84,774.60	86,554.86
Flujo	66,387.28	75,621.75	56,693.92	83,030.92	84,774.60	86,554.86

Fuente: Propia.

5.4.1.2. Valor Presente Neto para la alternativa 1

A continuación se procede a calcular VPN mediante los flujos de caja mostrados anteriormente, para ello, este criterio de evaluación financiera deberá definir el rendimiento sobre la inversión inicial y la tasa de retorno.

La inversión inicial para esta alternativa es igual al valor presentado en el flujo de la *columna 0*, y la tasa de retorno a utilizar representa a la inflación que es igual a 2.1% y el 10% correspondiente a la tasa que se exige de ganancia sobre todos los recursos invertidos.

Existen dos tipos de metodologías que ayudan a determinar este indicador financiero, el primero y el utilizado en este apartado se describe en una plantilla de Excel, el cual atreves de una serie de pasos simultáneos se logra obtener este valor, este método de cálculo hace referencia al libro denominado “*Proyectos de inversión, Formulación y evaluación*” del autor *Nassir Sapag Chaín*. El otro método de cálculo que conlleva a determinar este mismo criterio de evaluación se da mediante la fórmula original correspondiente al Valor Presente Neto la cual se muestra a continuación:

$$VPN = -I_o + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} = 0$$

Donde:

I_0 = inversión Inicial.

F_i = Flujo neto en el periodo i .

t = tasa de actualización.

n = años de duración del proyecto.

Aclarando lo anterior, se procede a calcular el Valor Presente Neto, para calcular este criterio de evaluación se necesita aparte de tener el valor de la inversión inicial el Valor Actual generado por los flujos de caja, para calcular este valor se utilizó en la plantilla Excel la función VPN, en primer lugar se selecciona **Financiera** en la categoría de función del menú **Insertar** y se elige **VPN** en el nombre de la función. En el cuadro de dialogo VPN se escribe el interés al que se quiere actualizar el flujo de la casilla **Tasa** y se selecciona el rango de valores, tal como se muestra en la figura 5.1. El Valor Actual, lo componen los valores de los flujos de caja en este caso del uno hasta el veinte y la tasa a utilizar es la suma del porcentaje de inflación y el porcentaje de ganancia siendo este valor igual a 12.1%.

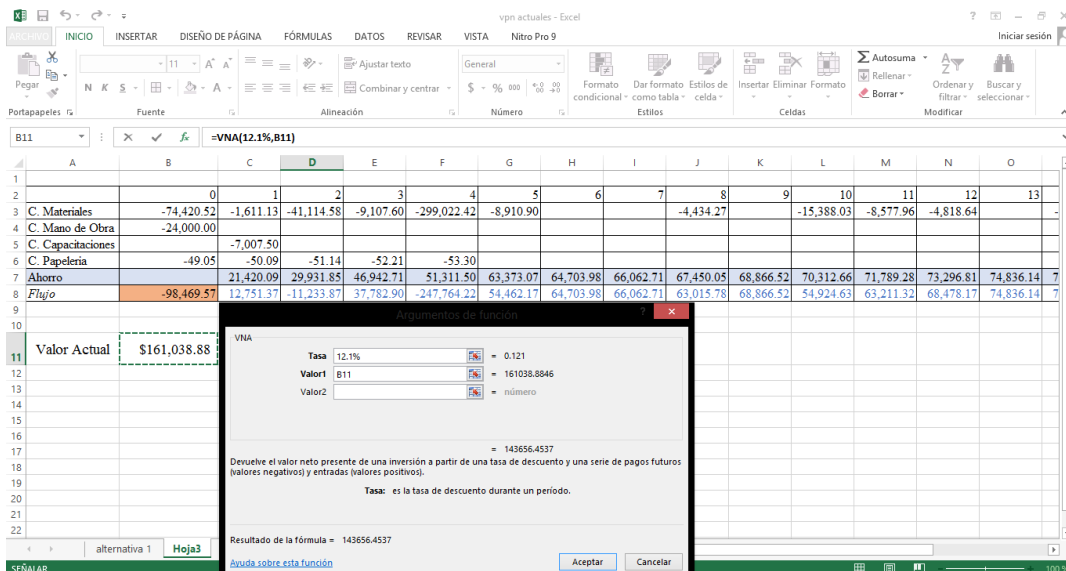


Figura 5.116. Cálculo del valor actual de un flujo de caja, aplicando Excel.
Fuente: Propia.

Como se puede observar al final del cuadro de dialogo, aparece el valor **\$161,033.88** como resultado de la formula, el Valor Presente Neto se obtiene de restar al valor actual la inversión inicial dando como resultado.

VPN = Valor Actual – Inversión = \$161,033.88 – \$98,469.57 = \$62,564.31. Este resultado se interpreta como el exceso de valor obtenido por sobre lo exigido al capital invertido ya que es mayor a cero la cual indica que el plan recupero la inversión inicial sujeta a la tasa de inflación y ganancia, siendo esta primera alternativa rentable.

5.4.1.3. Tasa Interna de Retorno para la alternativa 1

Este segundo criterio de evaluación lo constituye la TIR, que como se mencionó mide anteriormente la rentabilidad como porcentaje. En este caso como se exigía el 12.1% de retorno a la inversión y el VPN mostro que el plan rendía eso y \$ 62,569.31 más. Es decir que da una rentabilidad superior al 12.1% exigido.

Cabe mencionar que la metodología que se utilizara para determinar el valor de la TIR, es el que se propone en la plantilla de Excel, en donde a través de una serie de pasos lógicos los cuales se muestran en el apartado del libro “*Proyectos de inversión, Formulación y evaluación*” del autor *Nassir Sapag Chaín*, se puede calcular este segundo indicador. Otra manera de encontrar este indicador porcentual es utilizando la formula propia que lo describe la cual se presenta a continuación:

$$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1 + TIR)^i} = VPN$$

Donde:

I_0 = inversión Inicial.

F_i = Flujo neto en el periodo i .

n = años de duración del proyecto.

Para calcular la tasa máxima exigible, se utilizó la misma plantilla Excel, donde se usa la opción **Función** del menú **Insertar**, se selecciona **Financieras** en categoría de **Función** y se elige **TIR** en el nombre de la función. En el cuadro TIR se selecciona el rango de valores que se desea actualizar, a partir del momento 0, y marcando la opción **Aceptar**,

se obtiene la tasa interna de retorno máxima. El cuadro de dialogo queda como se muestra en la figura 5.2.

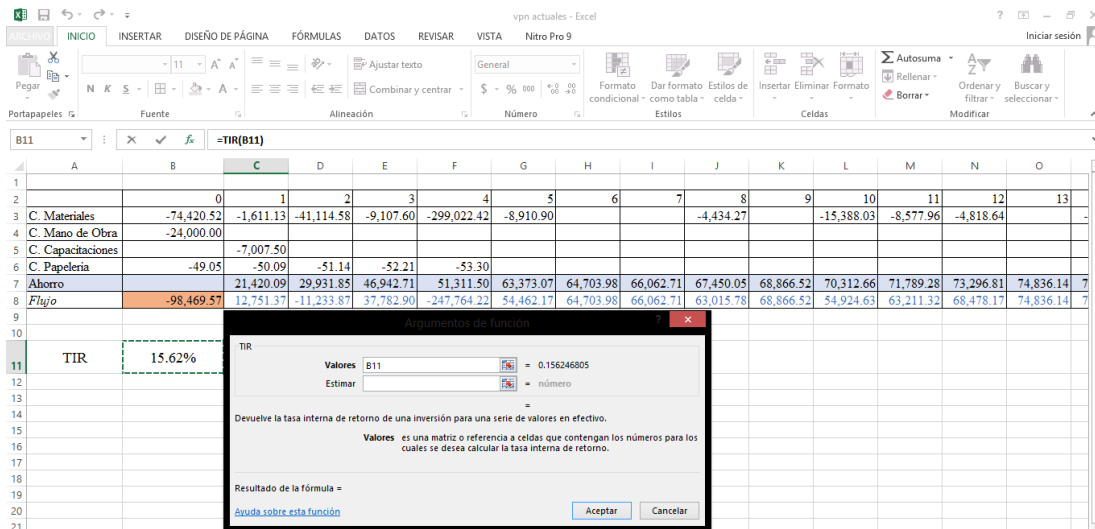


Figura 5.117. Calculo de la TIR, aplicando Excel.
Fuente: Propia.

La máxima tasa exigible resultado ser igual a **15.62%** quiere decir que al plan no se le puede exigir una tasa mayor a la calculada anteriormente ya que este dejaría de ser rentable. Este valor representa la TIR de la primera alternativa del plan.

5.4.1.4. Periodo de Recuperación de la Inversión para la alternativa 1

Este indicador mide tanto la liquidez del plan como también el riesgo relativo pues permite anticipar los eventos a corto plazo. Este instrumento permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de la inversión recuperen su costo o inversión inicial. Para calcular el PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión), se utilizara la metodología descrita en el libro “*Proyectos de inversión, Formulación y evaluación*” del autor *Nassir Sapag Chaín*, se realizó una tabla la cual en la primera fila muestra una serie de variables, como: el saldo de la inversión, el flujo anual, la rentabilidad exigida y la devolución de la inversión, tal y como se muestra en la tabla 5.17. En primer lugar se coloca la inversión inicial en la casilla correspondiente al saldo de inversión, luego se procede a colocar en la columna flujo anual todos los flujos de caja que se tienen durante los veinte años, ahora para

calcular el primer valor de la columna rentabilidad exigida se obtiene de multiplicar el primer valor del saldo de la inversión (inversión inicial) por la rentabilidad exigida en este caso (inflación + 10%) que es igual a 12.1%, siendo la rentabilidad exigida igual a 11,914.82.

Ahora para calcular el primer valor de la devolución de la inversión se resta de la rentabilidad exigida al primer valor del flujo anual siendo la devolución de la inversión igual a 836.55. Con este valor puede calcularse el siguiente valor o segundo valor del saldo de la inversión la cual se genera de restarle al primer valor de saldo de la inversión el primer de la devolución de la inversión siendo el segundo valor del saldo de la inversión igual a 97,633.02. usando la misma metodología de cálculo se completó la tabla de modo que cuando se obtenga el primer valor negativo correspondiente al saldo de la inversión indicara que en ese año el plan empezara a generar utilidades habiendo recuperado la inversión inicial y otros costos presentados en su ejecución, lo antes mencionado se presenta en la siguiente tabla 5.17.

Tabla 5.335. Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión, alternativa 1.

Años	Saldo Inversión	Flujo anual	Rentabilidad Exigida	Devolución inversión
1	98,469.57	12,751.37	11,914.82	836.55
2	97,633.02	-11,233.87	11,813.60	-23,047.47
3	120,680.48	37,782.90	14,602.34	23,180.56
4	97,499.92	-247,764.22	11,797.49	-259,561.71
5	357,061.63	54,462.17	43,204.46	11,257.71
6	345,803.92	64,703.98	41,842.27	22,861.71
7	322,942.21	66,062.71	39,076.01	26,986.70
8	295,955.51	63,015.78	35,810.62	27,205.16
9	268,750.35	68,866.52	32,518.79	36,347.73
10	232,402.62	54,924.63	28,120.72	26,803.91
11	205,598.71	63,211.32	24,877.44	38,333.88
12	167,264.83	68,478.17	20,239.04	48,239.13
13	119,025.71	74,836.14	14,402.11	60,434.03
14	58,591.68	71,578.17	7,089.59	64,488.58
15	-5,896.90	66,387.29	-713.52	67,100.81
16	-72,997.72	75,621.75	-8,832.72	84,454.47
17	-157,452.19	56,693.92	-19,051.71	75,745.63
18	-233,197.82	83,030.92	-28,216.94	111,247.86
19	-344,445.68	84,774.60	-41,677.93	126,452.53
20	-470,898.21	86,554.86	-56,978.68	143,533.54

Fuente: Proyectos de inversión formulación y evaluación, Nassir Sapag Chaín.

Tal y como se muestra en la tabla 5.17 anterior, el primer valor negativo calculado en el saldo de inversión indica que a partir del **año 15** el plan empezara a generar ganancias habiendo recuperado todos los costos de implementación del plan.

5.4.1.5. Beneficio/Costo para la alternativa 1

Este último criterio de evaluación, muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el plan de ahorro energético por cada unidad monetaria invertida. Este indicador se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados. Cabe mencionar que para calcularlo se utilizó la misma tasa con la cual se determinaron los anteriores indicadores, la tasa que se utilizó está compuesta por el porcentaje de inflación (2.1%) y ganancia (10%) siendo 12.1% la que se empleó.

De forma más directa, este indicador mide la relación que existe entre los ingresos del plan y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total. El método de este indicador lleva la misma regla de decisión del VPN, en donde se tiene lo siguiente:

- ✓ Si el VPN es mayor que cero la relación Beneficio – Costo es mayor que uno, el plan propuesto es aceptable, porque el beneficio es superior al costo.
- ✓ Si el VPN es negativo la relación B/C es menor que uno, el plan se debe rechazar porque no existe beneficio.
- ✓ Si el VPN es igual a cero la relación B/C es igual a uno, y será de manera indiferente llevar a cabo el plan de ahorro energético, ya que no se esperaran beneficios ni perdidas.

De manera similar a los primeros dos criterios de evaluación esta relación beneficio – costo se puede determinar a través de dos métodos muy simples, el primero y el que se utilizara en este apartado trata en calcular los valores actualizados de los costos e ingresos mediante la plantilla de Excel; mientras que la otra manera de calcular este indicador se puede dar mediante la siguiente formula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{YB_1}{(1+i)^1} + \frac{YB_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{YB_n}{(1+i)^n}}{I_o + \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}}$$

Donde:

YB₁ = Ingreso bruto en el periodo uno, y así sucesivamente.

I_o = Inversión inicial

C₁ = costo total en el periodo uno, y así sucesivamente

(1+i) = Factor de Actualización

n = periodo (años)

Para calcular este indicador financiero se consideró a bien utilizar las herramientas financieras brindadas por las plantillas de Excel, realizando los mismos pasos que se utilizaron para encontrar el VPN se calcularon los ingresos y costos actualizados, los ingresos actualizados son todos aquellos valores que muestra los ahorros comprendidos entre el año uno hasta el año veinte; mientras que, los costos actualizados son aquellos que la UES-FMOcc empieza a desembolsar año tras año para llevar a cabo todas las actividades programadas del plan de ahorro energético.

El valor mostrado en “Costo Actualizado” se determinó sumando todos los costos mostrados en los flujos de caja correspondientes a cada año (periodo uno hasta el periodo veinte), y todos estos totales traídos al presente (periodo cero) a través de la herramienta de Excel *función financiera*. Tomando en cuenta que el denominador de la relación B/C, es igual a la suma del costo actualizado y la inversión inicial se tiene que el valor a utilizar en dicha fórmula es igual a \$357,494.65.

Por otra parte el valor mostrado en “ingreso actualizado” corresponde al ahorro obtenido en términos monetarios de cada año (periodo uno hasta el periodo veinte) siendo estos valores traídos al presente y dando como resultado \$420,063.96, el cual representa al numerador de la relación Beneficio-Costo. Lo antes explicado se presenta de manera más clara en la siguiente tabla 5.18.

Tabla 5.336. Presentación de la relación beneficio-costo, alternativa 1.

	Beneficio (B)	Costo (C)
Costo actualizado		\$259,025.08
Inversión Inicial		\$98,469.57
Ingreso actualizado	\$420,063.96	
		\$357,494.65
B/C	1.18	

Fuente: Propia.

La relación Beneficio – Costo de la alternativa uno (financiamiento UES-FMOcc) tiene como resultado \$1.18 el cual indica que por cada dólar invertido en el plan de ahorro se obtendrá una ganancia de \$0.18.

5.4.2. Alternativa 2: Inversión inicial y Autofinanciamiento

Esta alternativa requiere realizar una inversión inicial que sea suficiente para implementar el plan completo sin llegar a la iliquidez financiera en ningún punto del tiempo. Este monto inicial sería financiado por la UES-FMOcc en el primer momento del proyecto (año cero) sin tener que realizar desembolsos futuros, pues a medida se implementen acciones en el corto, mediano y largo plazo se generaran ahorros que se inyectarán al financiamiento del plan (Autofinanciamiento).

El cálculo de la inversión inicial se hace analizando los costos y ahorros generados por el plan, buscando que este monto inicial sumado al ahorro generado por la implementación del proyecto sea suficiente para financiar el plan sin tener déficit económico en ningún momento crítico. El momento crítico para el proyecto es el año 5 cuando se invierte en un nuevo Sistema de Climatización, entonces el monto calculado se piensa para costear justamente hasta el año 5, desde ese punto en adelante el ahorro generado por la implementación del proyecto es suficiente para costear el mantenimiento del plan hasta el año 20.

Para lograr traer los costos generados por los flujos de caja, se utilizó el equivalente existente entre un valor actual (presente) y un valor final (futuro). El valor final o valor futuro (VF) de un valor actual (VA) se calcula por la expresión:

$$VF = VA (1 + i)^n$$

Donde “i” es la tasa de rentabilidad exigida y “n” el número de periodos. Cabe mencionar que estos flujos de caja se ven afectados por la inflación de modo que el valor de la i será el equivalente al valor de la inflación. Antes de ver el flujo de caja para esta alternativa 2, los criterios de evaluación serán los mismos que para la alternativa anterior y tendrán el mismo análisis de decisión, para el Valor Presente Neto se buscara obtener un valor mayor a uno de modo que la alternativa financiera 2 para el plan de ahorro sea rentable y esta se pueda comparar con la anterior para ver cuál es más factible, luego se calculara la Tasa Interna de Retorno que aparte de medir la rentabilidad económica del plan en porcentaje ayuda a determinar la máxima tasa de rendimiento que se le puede pedir al plan de ahorro energético y por último se calculara el criterio de Periodo de Recuperación de la Inversión, en donde se conocerá el año en donde el plan empezara a generar utilidades debido a la recuperación de la inversión inicial y demás desembolsos económicos utilizables durante la ejecución y desarrollo del plan. Utilizando los mismos principios de viabilidad económica para las razones financieras utilizadas se procede a presentar el flujo de caja para la alternativa financiera número 2 del plan de ahorro energético.

5.4.2.1. Flujos de caja para la Alternativa 2

Como se mencionó anteriormente, este flujo de caja a diferencia del anterior traerá los costos que componen los flujos comprendidos entre el periodo uno hasta el periodo cuatro y como esta alternativa busca el autofinanciamiento los ahorros obtenidos para los mismos periodos serán traídos de igual manera al presente de tal forma que los egresos (costos de implementación) y la inversión inicial acompañados con signos negativos y los ingresos (ahorro obtenido en cada periodo) con signo positivos genere un monto económico justo para evitar liquidez financiera.

Para el cálculo se actualizan los costos y los ahorros al año cero, la diferencia entre ambos es la inversión inicial requerida. Es fundamental mencionar que todos los costos del intervalo de 0 a 5 años se actualizan al año cero, en consecuencia se tiene todo el dinero para financiar el plan a cinco años y no se necesitan más costos que este monto inicial, sin

embrago; aunque se actualizaron los ahorros al año cero para cálculo de la inversión inicial, estos si muestran en los años específicos que se generan, ya que no se suman a la inversión sino hasta el momento de su generación en el año 1, 2, 3, 4 o 5.

Antes de mostrar los flujos de caja para esta alternativa de financiamiento, a continuación se presentan los valores correspondientes de cada periodo traídos al presente (periodo 0), la tabla mostrada en la parte de abajo del párrafo muestra en la primera fila la tasa i utilizada para conocer en el primer periodo los valores traídos del futuro, en la segunda fila se indica de que periodo son traídos los valores al presente es decir “1 a 0” indica que el valor correspondiente a esa columna es el resultado de traer ese costo de material al presente mediante la fórmula descrita anteriormente en donde su cálculo se muestra a continuación:

Teniendo el costo de materiales del periodo uno \$1,611.13 y una tasa del 2.1% correspondiente a la inflación y habiendo despejado y sustituido los valores anteriores en la fórmula que busca equivalencia entre un valor futuro y un valor presente se tiene el siguiente resultado.

$$VA = VF / (1 + i)^n = 1,611.13 / (1 + 2.1\%)^1 = 1,577.99.$$

De manera similar se obtendrán los demás costos (Valores Futuros) obtenidos de cada periodo al Valor Presente (Valores Actuales), los cuales se muestran de la siguiente manera:

Tabla 5.337. Presentación de valores presentes traídos del final de n periodos, alternativa 2.

V.A de cada periodo	0	1 a 0	2 a 0	3 a 0	4 a 0	Σ
Costo materiales	74,420.52	1,577.99	39,440.68	8,557.10	275,169.81	399,166.10
Costo mano de obra	24,000.00					24,000.00
C. capacitaciones		6,863.36				6,863.36
C. otros suministros	49.05	49.05	49.05	49.05	49.05	245.25
Ahorro		20,979.52	28,713.23	44,105.31	47,218.45	141,016.51

Fuente: Propia.

Con los valores presentes obtenidos de la tabla anterior se procede a mostrar los flujos de caja de la alternativa 2 quedando de la siguiente manera:

Tabla 5.338. Flujos de caja para la alternativa uno “Auto financiamiento UES-FMOcc”

	0	1	2	3	4	5	6	7
Costo Materiales	-399,166.10					-8,910.90		
Costo Mano de Obra	-24,000.00							
C. Capacitaciones	-6,863.37							
C. otros suministros	-245.25							
Ahorro	141,016.51	21,420.09	29,931.85	46,942.71	51,311.50	63,373.07	64,703.98	66,062.71
Flujo	-289,258.21	21,420.09	29,931.85	46,942.71	51,311.50	54,462.17	64,703.98	66,062.71

Continuación de flujos de caja

	8	9	10	11	12	13	14
Costo Materiales	-4,434.27		-15,388.03	-8,577.96	-4,818.64		-4,829.49
Costo Mano de Obra							
C. Capacitaciones							
C. otros suministros							
Ahorro	67,450.05	68,866.52	70,312.66	71,789.28	73,296.81	74,836.14	76,407.66
Flujo	63,015.78	68,866.52	54,924.63	63,211.32	68,478.17	74,836.14	71,578.17

Continuación de flujos de caja

	15	16	17	18	19	20
Costo Materiales	-11,624.86	-4,028.76	-24,629.18			
Costo Mano de Obra						
C. Capacitaciones						
C. otros suministros						
Ahorro	78,012.15	79,650.51	81,323.10	83,030.92	84,774.60	86,554.86
Flujo	66,387.28	75,621.75	56,693.92	83,030.92	84,774.60	86,554.86

Fuente: Propia.

Lego de mostrar los flujos de caja para esta alternativa, se nota que las casillas que comprenden los periodos uno, dos, tres y cuatro están en blanco debido a que estos valores forman parte del periodo cero, estos costos junto al ahorro harán una supuesta inversión inicial cuyo valor es **\$289,258.21** la cual se utilizara para determinar los diferentes criterios de evaluación financiera para dicha propuesta en donde al igual que el caso anterior se utilizara una tasa de rentabilidad exigida igual a **12.1%** la cual depende de la ganancia que se espera obtener 10% y la tasa de inflación 2.1% que se desea cubrir para determinar si en efecto esta alternativa es rentable.

5.4.2.2. Valor Presente Neto para la alternativa 2

Para este primer criterio de evaluación se tomara en cuenta tres variables, las cuales van a definir qué tan rentable es la alternativa planteada anteriormente, si el resultado

obtenido es mayor que uno, se dirá que el plan es rentable para esta propuesta ya que las variables que se estarán solventando son: la inversión inicial, la tasa de inflación y la tasa de ganancia. Utilizando la misma metodología de cálculo que la alternativa 1, y una tasa de retorno igual a 12.1%, se calcula mediante la plantilla de Excel el Valor Actual determinado a través de los valores de caja comprendidos entre los periodos uno al veinte dando como resultado.

Valor Actual = **\$397,423.51**; con este valor actual se puede determinar el Valor Presente Neto que es igual a la diferencia del valor actual y la inversión inicial mostrada en el flujo de caja perteneciente al periodo 0. Dicho de otro modo se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{VPN} = \text{Valor Actual} - \text{Inversión} = \$397,423.51 - \$289,258.21 = \underline{\underline{\$108,165.30}}$$

Este resultado demuestra que la alternativa numero dos (inversión y autofinanciamiento) es rentable debido al resultado obtenido anteriormente, ya que tal y como se mencionó anteriormente este valor cubre las tres variables de rendimiento y aun genera mayores utilidades, con este valor se recupera la inversión inicial, la tasa de ganancia puesta al plan y la tasa de inflación que afecta a través del tiempo todos los materiales de implementación.

5.4.2.3. Tasa Interna de Retorno para la alternativa 2

Este segundo criterio de evaluación busca de igual manera la rentabilidad económica del plan mediante un valor de porcentaje, en donde este será el máximo valor de rendimiento que se podrá pedir al plan de ahorro energético utilizando esta alternativa de financiamiento. Para calcular el valor de TIR, se utilizara la misma herramienta de Excel tal y como se muestra paso a paso en el cálculo para definir la TIR de la primera alternativa. Dicho de otra manera se selecciona insertar función (*fx*), luego en la opción *seleccionar categoría* se selecciona *financiera*, a continuación se selecciona *TIR* se aplica aceptar y aparecerá una pantalla que determina los *valores* correspondientes a la caja de flujo, seleccionando desde el periodo cero hasta el periodo veinte todos los flujos de caja se obtiene el valor de la máxima tasa exigible siendo esta igual a, $\text{TIR} = \underline{\underline{16.69\%}}$. Cuyo resultado es la máxima tasa de rendimiento el cual los interesados pueden esperar del plan.

5.4.2.4. Periodo de Recuperación de la Inversión para la alternativa 2

En este apartado se desea encontrar el periodo o año en el que la inversión inicial y demás costos de implementación del plan de ahorro energético serán recuperados y poder determinar simultáneamente el año en donde el plan empiece a generar utilidades. Utilizando la misma metodología de cálculo expuesta en el PRI de la primera alternativa y usando una tasa igual a 12.1% (tasa de inflación y ganancia), además de los flujos de caja partiendo del periodo uno al veinte y la inversión inicial se procede a completar la tabla que mostrara el año en el cual la inversión inicial y demás costos serán recuperados.

Tabla 5.339. Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión, alternativa 2.

Años	Saldo Inversión	Flujo anual	Rentabilidad Exigida	Devolución inversión
1	289,258.21	21,420.09	35,000.24	-13,580.15
2	302,838.36	29,931.85	36,643.44	-6,711.59
3	309,549.96	46,942.71	37,455.54	9,487.17
4	300,062.79	51,311.50	36,307.60	15,003.90
5	285,058.89	54,462.17	34,492.13	19,970.04
6	265,088.84	64,703.98	32,075.75	32,628.23
7	232,460.61	66,062.71	28,127.73	37,934.98
8	194,525.64	63,015.78	23,537.60	39,478.18
9	155,047.46	68,866.52	18,760.74	50,105.78
10	104,941.68	54,924.63	12,697.94	42,226.69
11	62,715.00	63,211.32	7,588.51	55,622.81
12	7,092.19	68,478.17	858.15	67,620.02
13	-60,527.83	74,836.14	-7,323.87	82,160.01
14	-142,687.83	71,578.17	-17,265.23	88,843.40
15	-231,531.23	66,387.29	-28,015.28	94,402.57
16	-325,933.80	75,621.75	-39,437.99	115,059.74
17	-440,993.54	56,693.92	-53,360.22	110,054.14
18	-551,047.68	83,030.92	-66,676.77	149,707.69
19	-700,755.37	84,774.60	-84,791.40	169,566.00
20	-870,321.36	86,554.86	-105,308.89	191,863.75

Fuente: Proyectos de inversión formulación y evaluación, Nassir Sapag Chaín.

La tabla 5.21 muestra en el **año 13** el primer valor negativo indicando que en ese periodo se recuperara la inversión y demás costos de implementación y por ende empezar a generar utilidades.

5.4.2.5. Beneficio/Costo para la alternativa 2

Esta herramienta financiera que mide la relación entre los costos e ingresos asociados al plan de ahorro energético mostrara para este apartado si la alternativa en análisis es rentable.

Para determinar su valor se vio en la necesidad de recurrir a la misma herramienta financiera utilizada en el cálculo de la alternativa anterior la cual es brindada por Excel, teniendo en cuenta que este cociente se obtiene de dividir el valor de los ingresos (beneficios) actualizados y el valor actualizado de los costos a una tasa del 12.1% correspondiente a la inflación y al porcentaje de ganancia esperado se obtiene lo siguiente:

Obteniendo de los costos de cada periodo descritos en los flujos de caja el valor actual de los mismos se obtiene como resultado el costo actualizado al cual sumado a este la inversión inicial se logra obtener el denominador de la relación B/C, mientras que el ingreso actualizado se obtiene de traer todos los ahorros de la caja de flujos al presente siendo este valor el numerador de la relación que se desea calcular. Como resultado a lo anterior se muestra la siguiente tabla 5.22.

Tabla 5.340. Presentación de la relación beneficio-costo, alternativa 2.

	Beneficio (B)	Costo (C)
Costo actualizado		\$22,640.45
Inversión Inicial		\$289,258.21
Ingreso actualizado	\$420,063.96	
		\$311,898.66
B/C	1.35	

Fuente: Propia.

De acuerdo con este criterio de decisión, la inversión que sugiere esta alternativa financiera es aceptable ya que el valor de la relación Beneficio/Costo encontrado resulto ser igual a 1.35 siendo este valor mayor que 1.0. Este valor 1.35 indica que además de haber recuperado la inversión y haber cubierto la tasa de rendimiento se obtuvo una ganancia extra. Dicho de otra manera, como se obtuvo una relación B/C igual a \$1.35 significa que por cada dólar invertido, se habrá recuperó dicho dólar y aparte de eso se obtendrá una ganancia extra

de \$0.35, siendo esta segunda alternativa rentable y por ende viable para llevar a cabo su ejecución.

5.4.3. Alternativa 3: Financiamiento con deuda y Autofinanciamiento

Al recurrir a un préstamo bancario para financiar el plan de ahorro energético, la UES-FMOcc debe asumir el costo financiero que está asociado a todo proceso de otorgamiento de créditos, el cual, tiene un efecto negativo sobre las utilidades y, por lo tanto, positivo sobre el impuesto. Es decir, genera un ahorro tributario al reducir las utilidades contables sobre las cuales se calcula el impuesto.

Por otra parte, incorporar el préstamo como un ingreso en el flujo de caja del inversionista en el momento cero, además del ahorro obtenido debido al autofinanciamiento hará que la inversión se reduzca de manera tal, que el valor resultante corresponde al monto de la inversión que debe ser financiada con recursos propios. La rentabilidad del plan se calculara comparando la inversión que deberá financiar con el remanente del flujo de caja que queda de servir el crédito; es decir, después de pagar los intereses y de amortizar la deuda.

Esta alternativa de financiamiento seguirá el mismo lineamiento que las anteriores han tenido, es decir para estas nuevas variables que se consideran, se buscaran obtener resultados que demuestren a los interesados la rentabilidad de esta última alternativa propuesta, la metodología de evaluación estará a cargo de los mismos criterios estudiados anteriormente; en donde al calcular el VPN, se determina a través de sus características de evaluación sugerir echar andar o negar el plan de ahorro mediante esta alternativa. El siguiente criterio de evaluación determina la tasa máxima de rendimiento que se puede exigir al plan de ahorro, el cual a través de un porcentaje mayor que el evaluado mostrara si el plan es rentable o no, de ser positivas ambas evaluaciones se determinara por consiguiente el año en el que la inversión y demás costos de implementación serán recuperados y partiendo de ese mismo indicador conocer en qué tiempo empezar a generar utilidades.

5.4.3.1. Flujos de caja para la Alternativa 3

Con el fin de mostrar las diferencias en la construcción de los flujos de caja para medir la rentabilidad del plan con el rendimiento cuando financia parte de las inversiones con deuda bancaria, se tomaran en cuenta los siguientes supuestos adicionales:

- ✓ El 60% de la inversión inicial se financia con un préstamo a veinte años plazo y una tasa de interés del 4.1% anual.
- ✓ Mientras que el 40% restante será financiado por la UES-FMOcc y los ahorros obtenidos (autofinanciamiento).

Para incorporar el efecto del financiamiento se deberá calcular, primeramente, el monto de la cuota que se deberá pagar al banco anualmente y diferenciar de ella los componentes de interés y de amortización de la deuda. El monto de la cuota se puede calcular por la siguiente expresión:

$$C = P [i (1 + i)^n / (1 + i)^n - 1]$$

Donde:

C = Es el valor de la cuota

P = Es el monto del préstamo

i = Es la tasa de interés

n = Es el número de cuotas en que se servirá el crédito.

Reemplazando los supuestos adicionales y el valor de inversión inicial = 289,258.21, en la formula se tiene:

$$C = (289,258.21 * 60\%) [4.1\% (1 + 4.1\%)^{20} / (1 + 4.1\%)^{20} - 1]$$

$$C = \mathbf{\$12,883.81}$$

Para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a los intereses del préstamo (que se encuentran afectos a impuesto), de su amortización (que no está afecta a impuesto), se elabora una tabla de pagos que exprese, en la primera columna, el saldo de la deuda al inicio de cada año; en la segunda, el monto total de cada cuota; en la tercera, el interés del periodo y, en la cuarta, el monto que amortizara la deuda inicial, calculada como la diferencia entre la cuota y el interés a pagar. Lo mencionado anteriormente se muestra en la tabla 5.23.

Tabla 5.341. Cálculo de pagos, o amortización de la alternativa 3.

	Deuda	Cuota	Interés	Amortización
1	173,554.93	12,883.81	7,115.75	5,768.06
2	167,786.87	12,883.81	6,879.26	6,004.55
3	161,782.32	12,883.81	6,633.08	6,250.73
4	155,531.58	12,883.81	6,376.79	6,507.02
5	149,024.57	12,883.81	6,110.01	6,773.80
6	142,250.77	12,883.81	5,832.28	7,051.53
7	135,199.24	12,883.81	5,543.17	7,340.64
8	127,858.60	12,883.81	5,242.20	7,641.61
9	120,216.99	12,883.81	4,928.90	7,954.91
10	112,262.08	12,883.81	4,602.75	8,281.06
11	103,981.01	12,883.81	4,263.22	8,620.59
12	95,360.42	12,883.81	3,909.78	8,974.03
13	86,386.39	12,883.81	3,541.84	9,341.97
14	77,044.42	12,883.81	3,158.82	9,724.99
15	67,319.43	12,883.81	2,760.10	10,123.71
16	57,195.72	12,883.81	2,345.02	10,538.79
17	46,656.93	12,883.81	1,912.93	10,970.88
18	35,686.06	12,883.81	1,463.13	11,420.68
19	24,265.38	12,883.81	994.88	11,888.93
20	12,376.45	12,883.81	507.43	12,376.38

Fuente: Proyectos de inversión formulación y evaluación, Nassir Sapag Chaín.

Esta alternativa tal y como su nombre lo describe, no solamente posee parte de financiamiento bancario si no que de manera beneficiosa busca autofinanciarse mediante el ahorro obtenido, por tal razón los costos y ahorros comprendidos entre el periodo uno hasta el periodo cuatro son traídos al presente (periodo cero), utilizando la misma metodología de cálculo y tasa de inflación descrita en el apartado 5.4.2.1 (flujos de caja para la alternativa 2 se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.342. Presentación de valores presentes traídos del final de n periodos, alternativa 3

V.A de cada periodo	0	1 a 0	2 a 0	3 a 0	4 a 0	Σ
Costo materiales	74,420.52	1,577.99	39,440.68	8,557.10	275,169.81	399,166.10
Costo mano de obra	24,000.00					24,000.00
C. capacitaciones		6,863.37				6,863.37
C. otros suministros	49.05	49.05	49.05	49.05	49.05	245.25
Ahorro		20,979.52	28,713.23	44,105.31	47,218.45	141,016.51
Interés		6,969.39	6,599.19	6,232.15	5,868.13	25,668.85
Amortización		5,649.42	5,760.08	5,872.92	5,987.96	23,270.38

Fuente: Propia.

Para medir la rentabilidad de los recursos económicos, se debe incluir el efecto del financiamiento en el flujo de caja, incorporando los intereses antes de impuesto con signo negativo, el préstamo con signo positivo después de impuestos y la amortización del préstamo con signo negativo, también después de impuesto. El flujo de caja resultante se muestra en la tabla 5.25.

Tabla 5.343. Flujos de caja para la alternativa uno “Auto financiamiento UES-FMOcc”

	0	1	2	3	4	5	6	7
Costo Materiales	-399,166.10					-8,910.90		
Costo Mano de Obra	-24,000.00							
C. Capacitaciones	-6,863.37							
C. otros suministros	-245.25							
Interés	-25,668.85					-6,110.01	-5,832.28	-5,543.17
Préstamo	173,554.93							
Amortización	-23,270.38					-6,773.80	-7,051.53	-7,340.64
Ahorro	141,016.51	21,420.09	29,931.85	46,942.71	51,311.50	63,373.07	64,703.98	66,062.71
Flujo	-164,642.52	21,420.09	29,931.85	46,942.71	51,311.50	41,578.36	51,820.17	53,178.90

Continuación de flujos de caja

	8	9	10	11	12	13	14
Costo Materiales	-4,434.27		-15,388.03	-8,577.96	-4,818.64		-4,829.49
Costo Mano de Obra							
C. Capacitaciones							
C. otros suministros							
Interés	-5,242.20	-4,928.90	-4,602.75	-4,263.22	-3,909.78	-3,541.84	-3,158.82
Préstamo							
Amortización	-7,641.61	-7,954.91	-8,281.06	-8,620.59	-8,974.03	-9,341.97	-9,724.99
Ahorro	67,450.05	68,866.52	70,312.66	71,789.28	73,296.81	74,836.14	76,407.66
Flujo	50,131.97	55,982.71	42,040.82	50,327.51	55,594.36	61,952.33	58,694.36

Continuación de flujos de caja

	15	16	17	18	19	20
Costo Materiales	-11,624.86	-4,028.76	-24,629.18			
Costo Mano de Obra						
C. Capacitaciones						
C. otros suministros						
Interés	-2,760.10	-2,345.02	-1,912.93	-1,463.13	-994.88	-507.43
Préstamo						
Amortización	-10,123.71	-10,538.79	-10,970.88	-11,420.68	-11,888.93	-12,376.38
Ahorro	78,012.15	79,650.51	81,323.10	83,030.92	84,774.60	86,554.86
Flujo	53,503.48	62,737.94	43,810.11	70,147.11	71,890.79	73,671.05

Fuente: Propia.

Teniendo ya calculados los flujos de caja correspondientes a cada año de implementación del plan de ahorro energético y el monto económico inicial (periodo cero),

podemos hacer uso de las herramientas financieras para determinar si esta alternativa propuesta generara rentabilidad al plan, para lograr afirmar esta hipótesis se tomaran en cuenta ciertos aspectos que son muy importantes a la hora de realizar la evaluación financiera como la inversión inicial capaz de evitar liquidez financiera y la tasa de evaluación compuesta por la inflación y por el porcentaje de ganancia buscado. Con este aclaratorio y a través de los mismos criterios de evaluación que se han venido analizando como lo es el VPN, la TIR, el PRI y la relación C/B concluiremos si esta alternativa de financiamiento genera rentabilidad económica al plan de ahorro energético. El Valor Presente Neto expondrá a través de su resultado la rentabilidad del plan en función de capital (\$), si el valor es positivo se afirmara que todo los costos que la UES-FMOcc desembolsara para llevar a cabo las actividades programadas serán recuperados y aparte de eso se tendrán mayores ingresos de modo que, si el valor del VPN es mayor que cero, no solamente se habrá recuperado la inversión inicial y las deudas demandadas por el banco a través de su tasa de interés sino que también; se habrá recuperado la tasa de rendimiento (inflación más ganancia) queriendo decir que al plan se le puede exigir una tasa mayor que la evaluada. Para poder determinar esta tasa se incurrirá en calcular la TIR que determina de igual manera la rentabilidad del plan en termino de porcentaje; siendo este valor a la vez la máxima tasa de rendimiento que se le puede exigir al plan energético, un último criterio a calcular es el PRI el cual determina el tiempo en el cual toda la inversión será recuperada conociendo simultáneamente el año en el que el plan empezara a generar utilidades e ingresos económicos en función del ahorro energético.

5.4.3.2. Valor Presente Neto para la Alternativa 3

Este criterio de evaluación tal y como se mencionó anteriormente se define como la sumatoria de los flujos netos de caja anuales actualizados menos la inversión inicial. Con este indicador de evaluación se conoce el valor del dinero actual (hoy) que va recibir la UES-FMOcc en el futuro, a una tasa de interés y un periodo determinado, a fin de comparar este valor con la inversión inicial. Previo al cálculo del VPN, es necesario precisar el rendimiento que se desea evaluar el cual lo componen la inversión inicial, el interés y la tasa de rendimiento. La tasa de retorno que se utilizara para calcular este indicador es el mismo

utilizado en las alternativas anteriores en donde se tiene el 2.1% correspondiente a la inflación y el 10% que se pide de ganancia; ambos porcentajes determinan la tasa de retorno que se utilizara para determinar el VPN.

Utilizando la misma plantilla de Excel calcularemos el VPN que es igual a la diferencia del Valor Actual menos el valor correspondiente a la inversión inicial, para determinar este valor es necesario encontrar a través de la plantilla de Excel el Valor Actual. Realizando los pasos pertinentes y ejecutando los flujos de caja (desde el año uno hasta el año veinte) en la fórmula de Excel se tiene lo siguiente:

Valor Actual = **\$340,839.03**; con este valor ya calculado y con el valor correspondiente a la Inversión Inicial = **\$164,642.52** se procede a calcular el Valor Presente Neto de esta alternativa de financiamiento la cual quedaría expresado de la siguiente manera:

$$\text{VPN} = \text{Valor Actual} - \text{Inversión} = \$340,839.03 - \$164,642.52 = \underline{\underline{\$176,196.51}}$$

Como el VPN resulto ser positivo e incluso mayor que cero, se afirma que esta alternativa de financiamiento genera rentabilidad al plan de ahorro energético; ya que el valor encontrado nos permite deducir que todos los costos que la UES-FMOcc pondrá a disposición para llevar a cabo el plan serán recuperados.

5.4.3.3. Tasa Interna de Retorno para la alternativa 3

Este indicador mostrara a los encargados de llevar a cabo la ejecución del plan de ahorro energético la tasa de interés máxima a la cual se debe contraer en todo caso el préstamo, sin que incurra en futuros fracasos financieros. Para lograr esto se buscara aquella tasa que aplicada al flujo de caja haga que el VPN sea igual a cero. A diferencia del VPN, donde la tasa de actualización se fija de acuerdo a las alternativas de inversión externas, aquí no se conoce la tasa que se aplicara para encontrar la TIR; por definición la tasa buscada será aquella que reduce el VPN de un determinado proyecto a cero. En virtud a que la TIR proviene del VPN, primero se debe calcular el Valor Presente Neto.

El procedimiento para determinar la TIR es igual al utilizado para el cálculo del VPN; la única diferencia es que en la fórmula de Excel van todos los flujos de caja es decir desde la inversión inicial correspondiente al periodo o año cero hasta el periodo veinte para

posteriormente ejecutar la función y obtener el resultado buscado el cual se muestra a continuación:

TIR = **24.66%**. Cuyo resultado es la máxima tasa de rendimiento la cual se le puede exigir a esta alternativa de financiamiento sin que se genere en el transcurso de la ejecución del plan algún tipo de fracaso financiero.

5.4.3.4. Periodo de Recuperación de la Inversión para la alternativa 3

Este indicador es por consiguiente uno de los más usados a la hora de evaluar un proyecto, este criterio tiene por objeto medir en cuanto tiempo se recupera la inversión la cual incluye todo el costo de capital involucrado y requerido para llevar a cabo el plan de ahorro energético propuesto. Entrando en detalle al plan de ahorro energético se le exige un retorno del 12.1% anual el cual corresponde a la inflación 2.1% y al porcentaje de ganancia que se espera obtener 10%. Se tiene una inversión de \$164,642.52 y presenta los flujos de caja anuales. Al incluir en los costos la tasa de retorno exigida, el periodo de recuperación de la inversión **PRI** resulta de aplicar el cuadro de pagos a la inversión que se muestra en la tabla 5.26. Como aclaración se siguió la misma metodología de cálculo utilizada en las alternativas anteriores.

Tabla 5.344. Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión, alternativa 3.

Años	Saldo Inversión	Flujo anual	Rentabilidad Exigida	Devolución inversión
1	164,642.52	21,420.09	19,921.74	1,498.35
2	163,144.17	29,931.85	19,740.45	10,191.40
3	152,952.77	46,942.71	5,680.07	41,262.64
4	111,690.13	51,311.50	13,514.51	37,796.99
5	73,893.13	41,578.36	8,941.07	32,637.29
6	41,255.84	51,820.17	4,991.96	46,828.21
7	-5,572.37	53,178.90	-674.26	53,853.16
8	-59,425.53	50,131.97	-7,190.49	57,322.46
9	-116,747.99	55,982.71	-14,126.51	70,109.22
10	-186,857.20	42,040.82	-22,609.72	64,650.54
11	-251,507.75	50,327.51	-30,432.44	80,759.95
12	-332,267.69	55,594.36	-40,204.39	95,798.75
13	-428,066.44	61,952.33	-51,796.04	113,748.37
14	-541,814.81	58,694.36	-65,559.59	124,253.95
15	-666,068.77	53,503.48	-80,594.32	134,097.80
16	-800,166.57	62,737.94	-96,820.15	159,558.09

Sigue en siguiente página

Continuación de tabla

17	-959,724.66	43,810.11	-116,126.68	159,936.79
18	-1119,661.46	70,147.11	-135,479.04	205,626.15
19	-1325,287.60	71,890.79	-160,359.80	232,250.59
20	-1557,538.19	73,671.05	-188,462.12	262,133.17

Fuente: Propia.

Como lo aprecia la tabla anterior, el resultado mostrado en color negrita correspondiente a la columna año y saldo de la inversión, se puede expresar que el tiempo estimado para que la recuperación de la inversión se recupere se dará en el **año 7**, ya que es en este periodo en donde el valor de saldo de la inversión es negativo queriendo indicar que a partir de ese punto el plan empezar a generar utilidades.

5.4.3.5. Beneficio/Costo para la alternativa 3

Esta técnica de financiamiento juega un papel muy importante dentro del ámbito de toma de decisión y se da cuando se quiere hacer una comparación entre varias alternativas de financiamiento. Como se mencionó anteriormente este criterio financiero pretende determinar la conveniencia del plan mediante la valoración en términos monetarios de todos los costos e ingresos descritos en los flujos de caja correspondientes a esta alternativa de financiamiento. El método de cálculo utilizado en la alternativa uno será el mismo que se utilizara para determinar la relación B/C, para calcular este indicador es necesario tener en cuenta dos variables, la primera se refiere a la tasa de rendimiento la cual se considera a la hora de traer todos los valores monetarios (costos e ingresos) al presente, la siguiente variable a considerar será la inversión inicial (flujo de caja correspondiente al periodo cero). El numerador denominado Beneficio, es el equivalente a todos los ahorros de la caja de flujos traídos al presente, mientras que el denominador es igual a la suma de los costos traídos al presente y la inversión inicial el primer valor corresponde a los costos totales de cada año tomados desde el periodo uno hasta el periodo veinte mientras que el segundo valor esta mostrado en el periodo cero, cabe mencionar que para conocer ambos valores actualizados se utilizara de igual manera la misma herramienta financiera de Excel.

Colocando en la función financiera VNA la tasa de rendimiento a evaluar 12.1% y los valores de caja correspondientes al ahorro y costo se tiene como resultado lo siguiente:

Tabla 5.345. Presentación de la relación beneficio-costo, alternativa 3.

	Beneficio (B)	Costo (C)
Costo actualizado		\$79,224.94
Inversión Inicial		\$164,642.52
Ingreso actualizado	\$340,839.03	
		\$243,867.45
B/C	1.40	

Fuente: Propia.

Analizando los criterios de evaluación que declara esta herramienta financiera Beneficio/Costo y comparándolo con el resultado obtenido \$1.40 nos confirma que el financiamiento del plan a través de esta última alternativa presenta rentabilidad y viabilidad, por el valor encontrado se asume que por cada dólar invertido en el plan se podrá recuperar dicha inversión y adicional a esta se obtendrá una ganancia equivalente a \$0.40 dólares.

5.5. Conclusiones estudio económico y financiero

Para poner en marcha la implementación del plan de ahorro energético se plantearon tres alternativas de financiamiento, en donde tal y como se esperaba estas alternativas arrojan datos que según los criterios de evaluación para cada indicador en análisis, resultaron ser favorecidos; es decir, las tres alternativas son rentables y generan una condición favorable ya que la UES-FMOcc podrá determinar según su condición económica que alternativa tomara en cuenta.

Como conclusión a los resultados obtenidos de las tres alternativas propuestas se presenta de manera resumida los valores de los criterios evaluados para cada uno de ellas, en donde se presenta el VPN, TIR, PRI y B/C.

Tabla 5.346. Disposiciones finales de las alternativas de financiamiento.

Alternativas propuestas de financiamiento	VPN	TIR	PRI	B/C
1- Financiamiento UES-FMOcc	\$ 62,569.31	15.62%	15 años	1.18
2- Auto Financiamiento UES-FMOcc	\$ 108,165.30	16.69%	13 años	1.35
3- Autofinanciamiento y Préstamo bancario.	\$ 176,196.51	24.66%	7 años	1.40

Fuente: Propia.

Desde el punto de vista financiero, ¿Cuál alternativa sería la mejor opción?

Para el caso presente no se entra muy en detalle ya que la alternativa 3 “autofinanciamiento y préstamo bancario” obtuvo para los cuatro criterios de evaluación los mejores resultados, en el cual el VPN siendo el de mayor confiabilidad a la hora de elegir una alternativa presentó el valor más alto \$108,165.30 indicando que aparte de recuperar la inversión inicial y todos los costos de implementación del plan implícito en ellos la inflación y el porcentaje de ganancia esperado se obtuvo dicha rentabilidad. Esta tercera alternativa presenta para el valor de la TIR la mayor tasa, indicando que, esta evaluación financiera presenta el límite superior, el mismo que como explicamos con anterioridad, permitirá obtener préstamos mayores tanto en cantidad como en interés. Para el periodo de recuperación de la inversión (PRI) de las alternativas en análisis, la tercera obtuvo mejor resultado ya que cuyo criterio de evaluación indica únicamente el año en el cual se recuperara

la inversión bruta y simultáneamente el tiempo menor en el cual se empezara a generar utilidades con respecto a las otras dos alternativas. El ultimo criterio de evaluación es la relación beneficio – costo, y la alternativa que determino el mejor resultado fue la alternativa 3 ya que este valor de \$1.40, indica que por cada dolar invertido en el plan de ahorro se obtendrá una ganancia de \$0.40 siendo este valor el de mayor ingreso. Respondiendo mediante este análisis la pregunta anterior se tiene como mejor opción la alternativa tres *“autofinanciamiento y préstamo bancario”*.

5.6. Referencias de capítulo 5

Asociación Bancaria Salvadoreña ABANSA, (2009). Inflación anual de El Salvador. Extraído el 04 de junio de 2015 desde el sitio web: www.abansa.org.sv/archivo.ashx?pub=1&codigo=280

Nassir Sapag Chaín, (2009). Proyectos de inversión formulación y evaluación. México. *Editorial Pearson.*

Jhon Canada, (2009). Flujo de caja, criterios de evaluación y análisis del Riesgo. Extraído el 2 de noviembre de 2015 desde https://docs.google.com/document/d/1dogS9VYEkyq-UKzXLpRjR5ntZasLhTf_5giHX9ti0/edit?pref=2&pli=1

ANEXOS

Anexo 1. Formulario para estudiantes. Encuesta sobre Cultura Energética

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESTUDIO SOBRE AHORRO ENERGÉTICO



Indicaciones: Marque la respuesta que crea conveniente y habitual en sus actividades con una X en el cuadro o escriba la información que se solicita.

Sexo	Carrera	Departamento
Masculino <input type="checkbox"/>		
Femenino <input type="checkbox"/>		

ILUMINACIÓN	1. Cuando usted sale de un salón de clases, en el cual se está utilizando la iluminación de lámparas y focos. ¿Qué es lo que hace al terminar la clase?		
	Si se percata que la iluminación queda encendida, va y apaga el interruptor <input type="checkbox"/>	Se da cuenta que la iluminación queda encendida, pero, no hace nada. <input type="checkbox"/>	La mayoría de las veces no se da cuenta. <input type="checkbox"/>
	2. Cuando una lámpara o foco se encuentra encendido y sin uso en un salón de clase vacío. ¿Cuál es su reacción?		
	Cuando se percata, va y apaga el interruptor. <input type="checkbox"/>	Se da cuenta, pero, no hace nada. <input type="checkbox"/>	La mayoría de las veces no se da cuenta. <input type="checkbox"/>
	3. Para recibir sus clases en la jornada diurna con iluminación confortable para la vista. ¿Cómo prefiere que el salón de clase sea iluminado?		
	Artificial: Con lámparas y luminarias. <input type="checkbox"/>	Natural: Con ventanas y falso techo transparente. <input type="checkbox"/>	Le es indiferente como se ilumine. <input type="checkbox"/>

DISPOSITIVOS MÓVILES	4. ¿Conecta dispositivos portátiles en los tomas de electricidad de la universidad, como: Laptops, celulares, tablets u otros?	
	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Si su respuesta es Sí, pase a la pregunta 5. Si su respuesta fue No, continúe con la pregunta 7.	
	5. ¿Qué tipo de dispositivos portátiles conecta en los tomas de electricidad de la universidad? (puede marcar más de uno)	
	Laptop <input type="checkbox"/>	Celular <input type="checkbox"/>
	Tablet <input type="checkbox"/>	Cámara <input type="checkbox"/>
	Otro <input type="checkbox"/> Especifique cual _____	

DISP. MÓVILES

6. ¿Cuántas horas a la semana conecta los dispositivos móviles en los tomas de electricidad de la universidad? (Responda para cada dispositivo que marco en la pregunta anterior)

Laptop	1 a 5 horas	<input type="checkbox"/>	6 a 10 horas	<input type="checkbox"/>	11 a 15 horas	<input type="checkbox"/>	16 a 20 horas	<input type="checkbox"/>	21 a 25 horas	<input type="checkbox"/>
Celular	1 a 5 horas	<input type="checkbox"/>	6 a 10 horas	<input type="checkbox"/>	11 a 15 horas	<input type="checkbox"/>	16 a 20 horas	<input type="checkbox"/>	21 a 25 horas	<input type="checkbox"/>
Cámara	1 a 5 horas	<input type="checkbox"/>	6 a 10 horas	<input type="checkbox"/>	11 a 15 horas	<input type="checkbox"/>	16 a 20 horas	<input type="checkbox"/>	21 a 25 horas	<input type="checkbox"/>
Tablet	1 a 5 horas	<input type="checkbox"/>	6 a 10 horas	<input type="checkbox"/>	11 a 15 horas	<input type="checkbox"/>	16 a 20 horas	<input type="checkbox"/>	21 a 25 horas	<input type="checkbox"/>
Otro:	1 a 5 horas	<input type="checkbox"/>	6 a 10 horas	<input type="checkbox"/>	11 a 15 horas	<input type="checkbox"/>	16 a 20 horas	<input type="checkbox"/>	21 a 25 horas	<input type="checkbox"/>

INFORMACIÓ

7. Honestamente. ¿Por qué trataría de ahorrar energía?

- Porqué disminuirá el costo de la factura eléctrica, representando un ahorro en la economía familiar.
- Porque disminuirán los gases contaminantes, representando menor destrucción y deterioro del medio ambiente.
- Porque ayuda a la conservación del medio ambiente y a la conservación de los seres vivos.
- En realidad no intentaría ahorrar energía.

Hábitos y medidas de ahorro

8. En la siguiente lista de hábitos y medidas para ahorrar energía eléctrica, marque con una X los que usted pone en práctica. Y coloque un \surd en los que nunca ha escuchado.

1. Desconectar televisores, equipos de sonido, computadoras y otros aparatos cuando no se utilizan.
2. Cambiar lámparas y focos tradicionales (incandescentes) por lámparas y focos ahorradores (LED).
3. Emplear salva-pantallas de color negro en monitores, laptops, tablets y celulares.
4. Comprar dispositivos que se coloquen en modo de ahorro cuando llevan algún tiempo sin uso.
5. Planchar la mayor cantidad de ropa en una sola oportunidad.
6. Comprar electrodomésticos con etiquetado energético alto.
7. Apagar la computadora o tablet cuando no se usará en intervalos mayores de 30 minutos.
8. Evitar introducir alimentos calientes al refrigerador.
9. Sacar del refrigerador todos los ingredientes necesarios antes de cocinar, evitando abrirlo demasiado
10. Ubicar el refrigerador en un lugar fresco y seco, alejado de la luz del sol y del calor de cocinas.

Impactos de consumir electricidad

9. En la siguiente lista de los impactos negativos que causa consumir energía eléctrica, marque con una X de los que ha leído o escuchado y tiene conocimiento.

1. Contribuye en una cuarta parte al efecto invernadero de la tierra que provoca el calentamiento global
2. Contribuye a la contaminación del océano y atmósfera con gases como el di-óxido de carbono (CO2)
3. Agota los recurso energético fósiles de la tierra, como el carbón, gas natural y petróleo
4. Aumenta la delgadez de la capa de ozono de la tierra, dejándonos expuestos a rayos ultra-violeta
5. Contaminación del aire, suelo y agua con metales pesados como el plomos, cadmio y mercurio
6. Generación de lluvia ácida, provocada por emanación de óxidos de azufre y nitrógeno a la atmósfera
7. Contaminación con residuos radiactivos provocado por generación de electricidad con petróleo
8. Disminuye la biodiversidad de la tierra, destruyendo ecosistemas y especies

Anexo 2. Formulario para docentes. Encuesta sobre Cultura Energética

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESTUDIO SOBRE AHORRO ENERGÉTICO



Indicaciones: Marque la respuesta que crea conveniente y habitual en sus actividades con una X en el cuadro o escriba la información que se solicita.

Sexo	Cargo	Área/Departamento
Masculino <input type="checkbox"/>		
Femenino <input type="checkbox"/>		

ILUMINACIÓN	1. Cuando usted termina de impartir una clase, en un salón en el cual se está utilizando la iluminación de lámparas y focos. ¿Qué es lo que hace al terminar la clase?		
	Si se percata que la iluminación queda encendida, va y apaga el interruptor <input type="checkbox"/>	Se da cuenta que la iluminación queda encendida, pero, no hace nada. <input type="checkbox"/>	La mayoría de las veces no se da cuenta. <input type="checkbox"/>
	2. Cuando una lámpara o foco se encuentra encendido y sin uso en un salón de clase vacío. ¿Cuál es su reacción?		
	Cuando se percata, va y apaga el interruptor. <input type="checkbox"/>	Se da cuenta, pero, no hace nada. <input type="checkbox"/>	La mayoría de las veces no se da cuenta. <input type="checkbox"/>
	3. Para impartir sus clases o desarrollar sus labores en la jornada diurna con iluminación confortable para la vista. ¿Cómo prefiere que el salón de clase sea iluminado?		
Artificial: Con lámparas y luminarias. <input type="checkbox"/>	Natural: Con ventanas y falso techo transparente. <input type="checkbox"/>	Le es indiferente como se ilumine. <input type="checkbox"/>	
4. ¿Cuándo se encuentra en su cubículo en la jornada diurna, la iluminación artificial (lámparas y focos) tiene que estar encendida para satisfacer los niveles confortables de luz?			
Sí <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
Si su respuesta es Sí, pase a la pregunta 5. Si su respuesta fue No, continúe con la pregunta 6.			
5. ¿En qué horario mantiene las lámpara encendidas? (puede marcar más de uno)			
Unas horas por la mañana <input type="checkbox"/>	Unas horas por la tarde <input type="checkbox"/>	Todo el día (mañana y tarde) <input type="checkbox"/>	
Toda la mañana <input type="checkbox"/>	Toda la tarde <input type="checkbox"/>		

EQUIPO DE OFIMÁTICA

6. ¿Le ha asignado computadora la facultad?

Sí

No

7. Si su respuesta fue Sí, conteste. ¿Cuántas horas la utiliza por semana? Si fue No, pase a la 9.

1 a 5 horas

6 a 10 horas

11 a 15 horas

16 a 20 horas

21 a 25 horas

8. Cuando se encuentra impartiendo sus clases o en otras actividades. ¿En cuál de los siguientes estados se encuentra su computadora?

Encendida o en estado de hibernación

Apagada

Apagada y desconectada del toma de corriente

INFORMACIÓN

7. Honestamente. ¿Por qué trataría de ahorrar energía?

Porque disminuirá el costo de la factura eléctrica, representando un ahorro en la economía familiar.

Porque disminuirán los gases contaminantes, representando menor destrucción y deterioro del medio ambiente.

Porque ayuda a la conservación del medio ambiente y a la conservación de los seres vivos.

En realidad no intentaría ahorrar energía.

Hábitos y medidas de ahorro

8. En la siguiente lista de hábitos y medidas para ahorrar energía eléctrica, marque con una X los que usted pone en práctica. Y coloque un \checkmark en los que nunca ha escuchado.

1. Desconectar televisores, equipos de sonido, computadoras y otros aparatos cuando no se utilizan.

2. Cambiar lámparas y focos tradicionales (incandescentes) por lámparas y focos ahorradores (LED).

3. Emplear salva-pantallas de color negro en monitores, laptops, tablets y celulares.

4. Comprar dispositivos que se coloquen en modo de ahorro cuando llevan algún tiempo sin uso.

5. Planchar la mayor cantidad de ropa en una sola oportunidad.

6. Comprar electrodomésticos con etiquetado energético alto.

7. Apagar la computadora o tablet cuando no se usará en intervalos mayores de 30 minutos.

8. Evitar introducir alimentos calientes al refrigerador.

9. Sacar del refrigerador todos los ingredientes necesarios antes de cocinar, evitando abrirlo demasiado.

10. Ubicar el refrigerador en un lugar fresco y seco, alejado de la luz del sol y del calor de cocinas.

Impactos de consumir electricidad

9. En la siguiente lista de los impactos negativos que causa consumir energía eléctrica, marque con una X de los que ha leído o escuchado y tiene conocimiento.

1. Contribuye en una cuarta parte al efecto invernadero de la tierra que provoca el calentamiento global

2. Contribuye a la contaminación del océano y atmósfera con gases como el di-óxido de carbono (CO2)

3. Agota los recurso energético fósiles de la tierra, como el carbón, gas natural y petróleo

4. Aumenta la delgadez de la capa de ozono de la tierra, dejándonos expuestos a rayos ultra-violeta

5. Contaminación del aire, suelo y agua con metales pesados como el plomos, cadmio y mercurio

6. Generación de lluvia ácida, provocada por emanación de óxidos de azufre y nitrógeno a la atmósfera

7. Contaminación con residuos radiactivos provocado por generación de electricidad con petróleo

8. Disminuye la biodiversidad de la tierra, destruyendo ecosistemas y especies

Anexo 3. Portafolio de normas de uso para lograr la eficiencia energética

❖ Normas de uso en el sistema de iluminación

- Utilizar en la medida que sea posible el sistema iluminación natural, a manera de:
 - Abrir cortinas, y mover otros objetos que impidan el paso de luz natural a través de ventanas.
 - Colocar escritorios y mesas de trabajo en los puntos de mayor iluminación natural.
- Apagar la iluminación de salones al terminar las clases.
- Advertir a los últimos compañeros en abandonar el salón de clases, que no olviden apagar las luces.
- Apagar la iluminación de cubículos y áreas de trabajo al terminar las labores
- Apagar la iluminación de pasillos y salones de clase vacíos durante la jornada diaria.
- En salones de clase. Utilizar gradualmente los pupitres de adelante hacia atrás, para ahorrar la iluminación de los sectores no utilizados atrás.
- En uso de bibliotecas. Utilizar gradualmente los puestos de estudio de sectores iluminados, para ahorrar iluminación de sectores no utilizados.

❖ Normas de uso en el sistema de equipo ofimático

- Apagar los equipos informáticos cuando no se utilizan en intervalos mayores de 30 minutos, como en descanso por almuerzo o fin de jornada.
- Configurar la computadora para que aplique las técnicas de ahorro energético:
 - Configurar en modo de **suspender** para periodos cortos de 10 a 30 minutos.
 - Configurar en modo de **hibernar** para intervalos mayores de 30 minutos.
- Apague su monitor cuando no lo utilice al hacer paradas cortas, intervalos de 5 a 30 minutos.
- Ajustar el brillo del monitor a un nivel intermedio.

- Imprimir siempre que sea posible, documentos en color negro, escalas de grises o modo de borrador, y en ambos lados de la página.
- Desconecta los equipos ofimáticos (computadora, impresoras, fotocopadoras y otros) cuando no los utiliza, eliminando así el consumo fantasma.
- Envíe comunicados por correo electrónico como una alternativa a los memorándums.
- Utilizar para el despliegue de ventanas en el sistema operativo colores oscuros.

❖ Normas de uso en el sistema de climatización

- Utilizar el aire acondicionado en los horarios de 9:00 am a 12:00 pm y 2:00 pm a 5:00 pm.
- Desconectar el aire acondicionado cuando dentro de los horarios de uso, no haya nadie en la estancia.
- Mantener puertas y ventanas cerradas mientras está funcionando el sistema de climatización.
- Ajustar el sistema de climatización a una temperatura de confort de 25 °C.
- Utilizar ropa cálida, recomendable trabajar sin usar camisas manga larga, ni chaqueta, ni corbata.
- Evitar colocar equipos electrónicos generadores de calor dentro de espacios climatizados. Como refrigeradoras, cafeteras, cocinas, entre otros.
- Si hay ubicados equipos electrónicos dentro de espacios climatizados, apagar éstos cuando no se utilicen, evitando que generen calor innecesario.
- Atender indicaciones de uso del sistema de climatización, provenientes de mantenimiento.
- Si nota un fallo en el aire acondicionado, notificar inmediatamente a la unidad de mantenimiento.
- Cumplir todas las prácticas de este portafolio de normas y compartirlas con la comunidad.

Anexo 4. Implementación del proceso de uso de biblioteca y Hemeroteca

El proceso de implementación del uso de biblioteca y hemeroteca orientado a la utilización eficiente de la iluminación se resume en los siguientes pasos

1. Rotulación y enumeración de escritorios.....
2. Procedimiento en el servicio de biblioteca y hemeroteca.....
3. Uso de luminaria.....

1. Rotulación y enumeración de escritorios

El primero de los pasos que se propone para la acción correctiva es la generación de condiciones en la sala de lectura de la biblioteca de la Facultad que aporten a que se pueda poseer control de los usuarios por parte del personal bibliotecario así como de las mismas personas que hacen uso del espacio. La propuesta precisa que se tenga ordenado y rotulado de forma ascendente una numeración de cada uno de los escritorios de la biblioteca los cuales su orden debe ir con respecto a la sectorización que poseen los circuitos de iluminación este espacio. Se tiene la siguiente figura en cómo se pretendería que sea el orden y rotulación de cada uno de los escritorios de la sala.

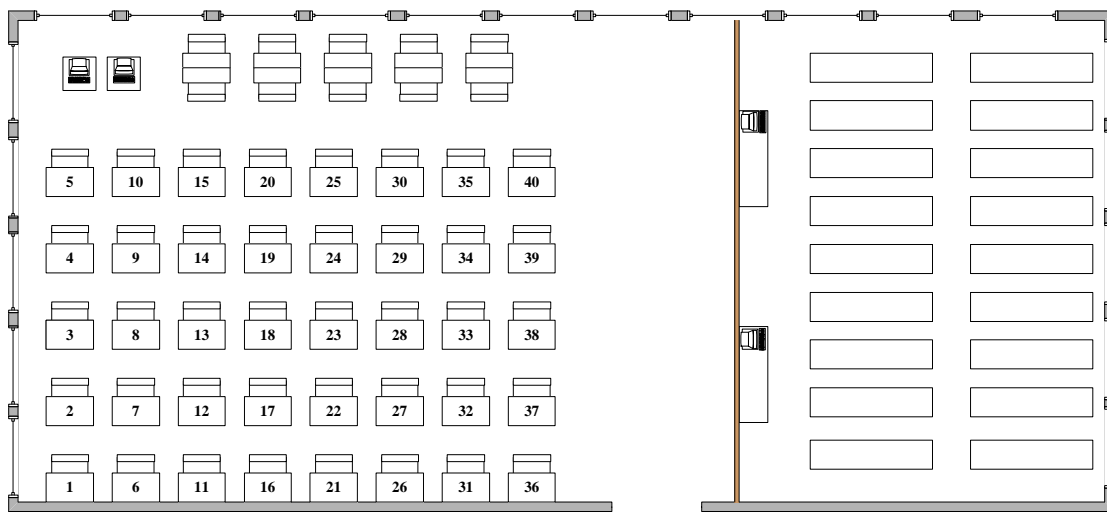


Figura 1. Enumeración de los escritorios de la biblioteca y hemeroteca
Fuente: Autores de este trabajo

El propósito de la rotulación de cada uno de los escritorios es establecer y tener un correlativo visual que pueda ser respetado y que sirva de referencia de como los usuarios pueden ir tomando asiento, y así ir usando únicamente las cantidades de luminarias que realmente se necesitan.



2. Procedimiento en el servicio de biblioteca y hemeroteca

Al tener bien establecido una distribución del orden en que debe ir siendo utilizado los escritorios según la llegada de los usuarios debe crearse en el procedimiento de uso de la biblioteca una operación de control que debería ser una de las funciones del personal de biblioteca para garantizar el cumplimiento del control. Para este caso se propone una modificación en el procedimiento que se lleva para el uso de la sala de la biblioteca, ya que actualmente se perciben desperdicios en el consumo de energía eléctrica y en tal se tiene el flujograma que contempla el control de usuarios ir tomando asiento en los escritorios.

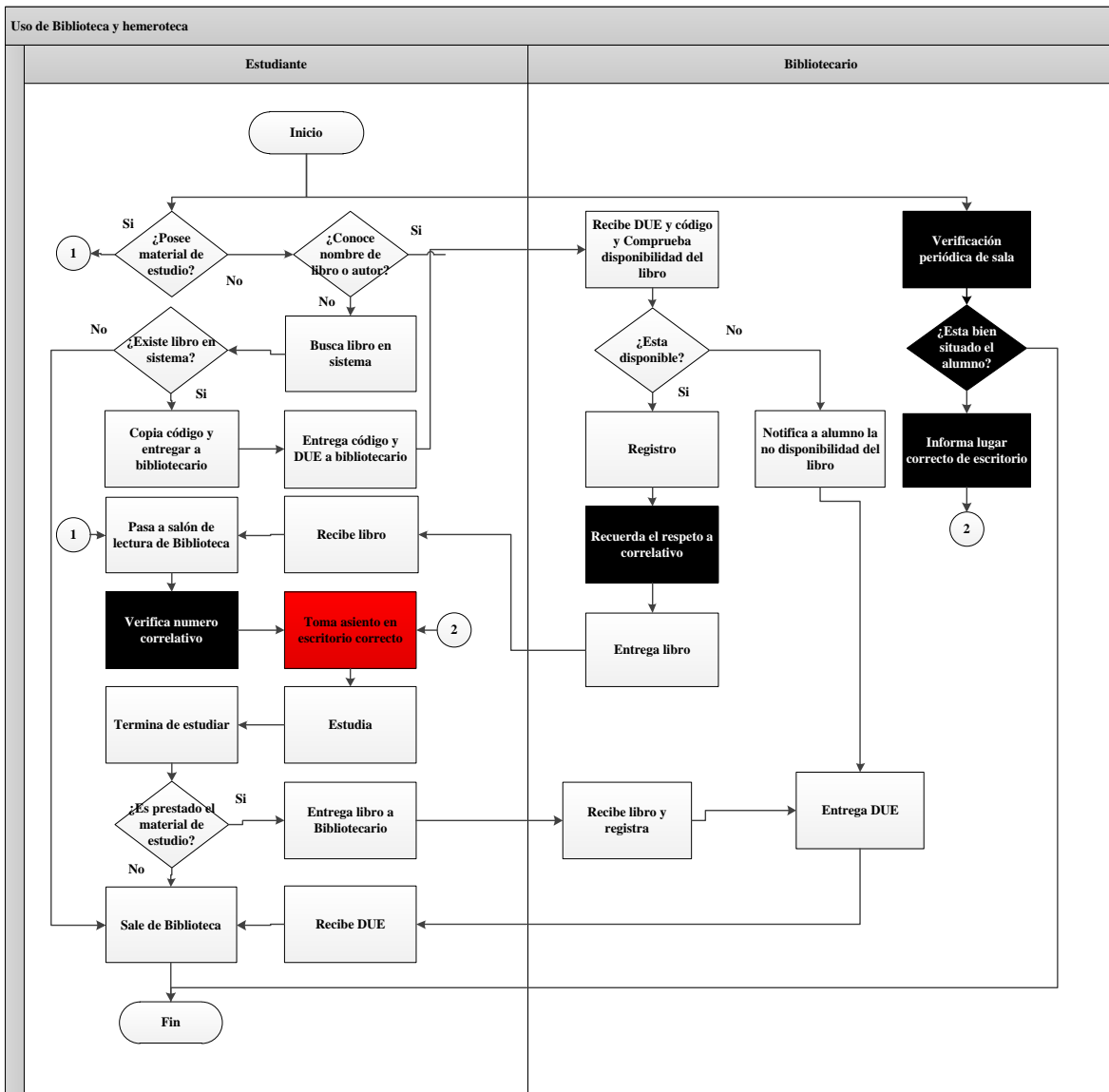


Figura 2. Flujograma sobre uso de biblioteca y hemeroteca y hemeroteca

Fuente: Autores de este trabajo

El flujograma que refleja cómo debería ser el procedimiento de uso de la sala de biblioteca destaca operaciones a color negro y rojo que implica los siguientes criterios:

Operación verifica número correlativo: Esta operación debe ser realizada por el usuario de la sala de lectura de la biblioteca que es en donde debe hacer uso de la rotulación de los escritorios, pues este debe hacer una observación de que asiento está desocupado pero que siga el orden correlativo el cual debe realizar estas dos alternativas:

- Si se tiene una serie de escritorios ocupados seguidos, el usuario deberá utilizar el próximo escritorio vacante más próximo respetando la correlación.
- Si se tiene una serie de escritorios ocupados en donde la correlación se corta porque hay escritorios vacantes, el usuario deberá utilizar uno de estos.

Operación verificación periódica de la sala: esta operación debe ser realizada por el personal de biblioteca que consiste en que cada tiempo poder hacer una inspección visual para verificar los siguientes puntos:

- Uso de escritorios como dicta el procedimiento propuesto.
- El encendido de luminarias si es necesario que un nuevo bloque sea utilizado.
- Apagado de luminarias si ya no es necesario que estas estén energizadas.

Operación Informa lugar correcto de escritorio: Esta operación debe ser realizado por el personal bibliotecario, donde el propósito de esta es la corrección ante el incumplimiento por parte del usuario a no respetar la correlación en el uso de los escritorios.

Recuerda respeto a correlativo: Esta operación debe ser realizada por el personal bibliotecario el cual consiste en recordar a los usuarios que deben respetar el correlativo de escritorios establecido.

Operación Toma asiento en escritorio correlativo: Esta operación es la culminación de todos los controles que garanticen que el usuario este sentado en forma ordenada en la sala de biblioteca de la Facultad.



3. Uso de luminaria

Para el caso de la sala de biblioteca el uso de las luminarias debe reducirse cuando las luminarias si deben ser utilizadas cuando se tengan usuarios en este espacio ya que se tienen en la mayoría de zonas que la componen niveles de iluminación bajas, en tal razón debe ser encendidos las luminarias necesarias. En conclusión el uso de las luminarias debes estar enfocado en los siguientes puntos:

- Encendido de luminarias únicamente en las zonas en que se encuentren los usuarios.
- Apagado de luminarias que no esté siendo utilizadas.
- Mantener apagados las luminarias que estén cerca de ventanas aprovechando la iluminación natural cuando sea posible.

Anexo 5. Implementación del proceso de uso de iluminación en aulas y laboratorios

Implementación del proceso de uso de iluminación en aulas

Los criterios a tomar en cuenta para llevar a cabo de forma correcta el proceso de uso de iluminación para cada aula que lo demande serán implementados por el docente encargado de utilizar el aula y los alumnos de la misma, la ejecución de la acción se describe en el siguiente flujograma.

N	Símbolo	Actividad
1	1	Abrir las ventanas si están cerradas y sea conveniente
2	1	Verificar (observación directa) si los niveles de iluminación son adecuados o no, de ser insuficientes
3	2	Encender luminarias en sectores cercanos a la pizarra de modo que los alumnos se sienten adelante y de forma ordenada
4	3	Conforme los alumnos vayan entrando al aula, encender a continuación las siguientes líneas de iluminación de modo que el aula se vaya cubriendo de alumnos de forma ordenada (de adelante a la atrás)
5	4	Al terminar de impartir la clase, apagar las luminarias del aula, siempre y cuando no haya otro docente queriendo impartir su cátedra a continuación
6	5	Si el docente se retira antes de finalizar la clase, será el representante de la materia el encargado de apagar las luminarias, siempre y cuando no haya otro docente queriendo impartir su cátedra en seguida

Figura 1. Proceso de uso de iluminación en aulas
Fuente: Autores de este trabajo

En las aulas de la UES-FMOcc se generan dos tipos de uso el cual se detallan a continuación:

Muchos docentes tienen el hábito de terminar 10 o 15 minutos antes sus respectivas clases de modo que de esta manera si se puede llevar a cabo el manual de procedimiento planteado anteriormente. El problema se puede generar cuando inmediatamente el otro grupo está esperando a fuera del aula el término de la clase, pues este docente tendrá que invitar de forma pacífica a los alumnos que cubran de manera ordenada el aula y si no tendrá que considerar a criterio personal si es necesario utilizar o no todas las luminarias dependiendo de la cantidad de alumnos que en ese momento el aula cubrirá, es decir si a criterio personal el docente ve que con la cantidad de alumnos presentes el aula trabaja a su media capacidad será únicamente necesario utilizar esas luminarias que cubran solo ese sector ocupado de modo que se proceda a apagar las demás luminarias.

Implementación del proceso de uso de iluminación en laboratorios

Los criterios a tomar en cuenta para el control de luces en los laboratorios se detallan en el siguiente flujograma







N	Símbolo	Actividad
1		Abrir las ventanas si estan cerradas y sea conveniente
2		Verificar (observacion directa) si los niveles de iluminacion son adecuados o no, de ser insuficientes
3		Encender luminarias en sectores donde las mesas de trabajo esten ocupadas por alumnos.
4		Conforme los alumnos vayan entrando al laboratorio, se encenderan acontinuacion las siguientes luminarias de las mesas que se van a utilizar y que estas se vayan cubriendo de forma ordenada
5		Al terminar de impartir la clase, apagar las luminarias del laboratorio, siempre y cuando no haya otro docente queriendo impartir su catedra acontinuacion
6		Si el docente se retira antes de finalizar la clase, sera el representante de la materia el encargado de apagar las luminarias, siempre y cuando no haya otro docente queriendo impartir su catedra enseguida

Figura 2. Proceso de uso de iluminación en laboratorios
Fuente: Autores de este trabajo

APÉNDICES

Apéndice A. Modelos de pronósticos

Existen clasificaciones diversas de tipos de pronósticos, una de las principales divide a los modelos de pronósticos en **cualitativos y cuantitativos**. Las técnicas cualitativas están basadas en los conocimientos gerenciales de los tomadores de decisiones y en su visión del futuro, y en las técnicas cuantitativas las decisiones se estructuran sobre la base de conocimientos estadísticos y probabilísticos. La práctica ha demostrado que los mejores pronósticos se dan cuando se combinan ambas técnicas.

Modelos de pronósticos cuantitativos

En este apéndice se tratan las técnicas cuantitativas de pronósticos. Lo primero que debe de considerarse y que es una de las partes más difíciles de los pronósticos es la recolección de datos válidos, fidedignos, precisos, coherentes, oportunos y confiables, los expertos señalan que el modelo más sofisticado fallará si no se cuentan con datos confiables.

En general hay dos tipos de datos que son de interés para quién hace pronósticos, el primero consiste en los datos recolectados en un solo punto en el tiempo, ya sea una hora, un día, una semana, un mes o un trimestre; cuando todos los datos son del mismo periodo se llaman datos de **corte transversal**. El segundo consiste en datos que se recopilan, registran u observan a lo largo de incrementos sucesivos de tiempo igualmente espaciados, estos se conocen como una **serie de tiempo**; los registros mensuales de consumo de electricidad serían un ejemplo.

Lo segundo a considerar es el tipo de pronostico adecuado para el tipo de datos analizados. Cuando se trata de una serie de tiempo, para seleccionar el modelo de pronóstico se deben considerar las distintas clases de patrones de datos de la serie. Existen cuatro tipos generales de patrones de datos: horizontales (nivel), tendencia, estacionales y cíclicos. Se describen estos:

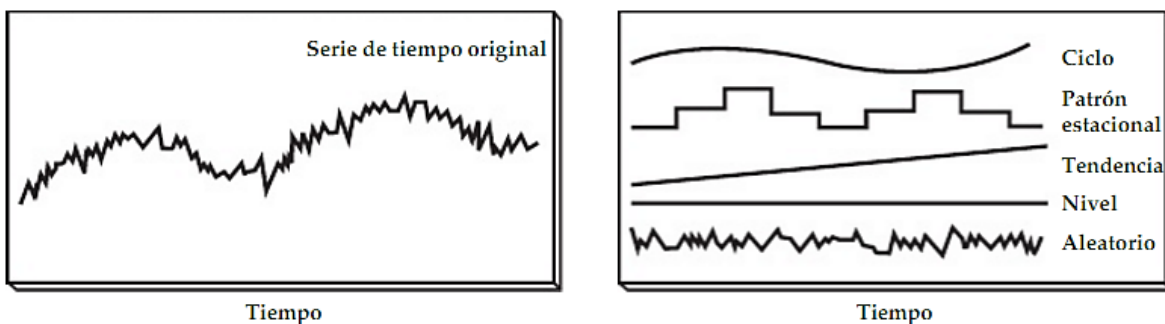


Figura: Patrones de datos de series de tiempo.

Fuente: Schroeder R, Goldstein S. y Rungtusanatham M (2011). Administración de operaciones “conceptos y casos contemporáneos”, quinta edición. México D F: McGraw Hill, p. 245.

Cuando las observaciones de datos fluctúan alrededor de un nivel constante o medio, existe un **patrón horizontal**, este tipo de serie se conoce como estacionaria en su medida. Cuando las observaciones de datos crecen o disminuyen en un periodo largo existe un **patrón de tendencia**, la tendencia es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o decrecimiento de las series de tiempo a lo largo de un periodo extenso. Cuando las observaciones se ven influenciadas por factores temporales existe un **patrón estacional**, el patrón estacional se refiere a un patrón que se repite año con año. En una serie mensual, el componente estacional mide la variabilidad de la serie cada enero, cada febrero y así sucesivamente; en una serie trimestral hay cuatro elementos estacionales, uno para cada trimestre. Y por último cuando las observaciones exhiben aumentos y caídas que no se refieren a un periodo fijo (como años) existe un **patrón cíclico**, el componente cíclico es la oscilación alrededor de la tendencia que por lo común es afectada por condiciones macroeconómicas. Una serie de tiempo real de cualquier variable en estudio puede ser la combinación uno, dos, tres o cuatro de los patrones de datos más el **patrón aleatorio** que es inherente a cualquier serie real.

Pronósticos en series de tiempo, métodos de suavización exponencial

Existen otros métodos de pronósticos para series temporales, como los promedios móviles, el método ARIMA (box-Jenkins), descomposición estacional, entre otros. Pero se describirán los métodos de pronósticos suavización exponencial simple, suavización exponencial doble (método Holt) y suavización exponencial triple (método Holt-Winters).

La **suavización exponencial** es un método que muestra su mayor eficacia cuando los componentes (tendencia y estacionalidad) de las series temporales podrían manifestar cambios en el tiempo. Es un método que no pondera de igual manera los valores observados de las series temporales como lo hacen los promedios móviles. Las observaciones más recientes tienen mayor peso que las observaciones más remotas. La ponderación desigual se consigue usando una o más **constantes de suavización**, lo cual determina cuanto peso se le da a cada observación.

Suavización exponencial simple

Si la media de una serie temporal permanece constante, entonces bastaría con promediar todas las observaciones para obtener un buen pronóstico, y la observación del presente sería ese promedio más el error aleatorio inherente

$$y_t = \beta_0 + \varepsilon_t \quad (\text{Promedio o nivel más componente aleatorio})$$

Cuando se calcula el promedio b_0 se da igual peso a cada uno de los valores observados de la serie de tiempo. Pero cuando la media (o nivel) cambia con lentitud a lo largo del tiempo, el esquema de ponderación podría no ser el más apropiado. Entonces sería mejor dar más peso a las observaciones más recientes que a las observaciones más remotas.

El método de **suavización exponencial simple** se usa para pronosticar una serie temporal cuando no hay tendencia o patrón estacional, pero la media (o nivel) de la serie temporal y_t cambia lentamente en el tiempo. Este método en lugar de dar pesos iguales a cada observación, dará a la observación más reciente el mayor peso, y las observaciones más antiguas reciben pesos sucesivamente más pequeños. El procedimiento permite actualizar la estimación del nivel de la serie temporal de modo que los cambios en el nivel se pueden detectar e incorporar al pronóstico.

En general la suavización exponencial simple, se lleva a cabo como se indica a continuación:

Cuadro 1. Resumen del procedimiento para la aplicación del modelo de pronóstico “suavización exponencial simple”

Suavización exponencial simple

1. Suponga que la serie temporal y_1, y_2, \dots, y_n tiene un nivel (o media) que tiene la posibilidad de cambiar lentamente con el tiempo, pero no tiene tendencia ni patrón estacional. Entonces, la estimación l_T del nivel (o media) de la serie temporal en el periodo T está dado por la **ecuación de suavización**

$$l_T = \alpha y_T + (1 - \alpha) l_{T-1}$$

donde α es una **constante de suavización** entre 0 y 1, l_{T-1} es la estimación del nivel (o media) de la serie temporal en el periodo $T-1$.

2. Un **pronóstico puntual efectuado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$** es

$$\bar{y}_{T+\tau}(T) = l_T \quad (\tau = 1, 2, 3, \dots)$$

3. Si $\tau = 1$, entonces un intervalo de predicción de 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$ es

$$[l_T = \pm z_{[.025]} s]$$

Si $\tau = 2$, entonces un intervalo de predicción de 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$ es

$$[l_T = \pm z_{[.025]} s \sqrt{(1 + \alpha^2)}]$$

En general para cualquier τ , un intervalo de predicción del 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$ es

$$[l_T = \pm z_{[.025]} s \sqrt{1 + (1 + \alpha^2)}]$$

donde el estándar s en el tiempo T es

$$s = \sqrt{\frac{\text{SSE}}{T-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [y_t - \bar{y}_t(t-1)]^2}{T-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [y_t - l_{t-1}]^2}{T-1}}$$

Nota: No hay un acuerdo general en dividir SSE entre $(T - \text{el número de constantes de suavización})$. Sin embargo, utilizamos este divisor por que concuerda con el cálculo de s en los modelos equivalentes de Box-Jenkins.

En el método de suavización exponencial simple, un pronóstico puntual en el tiempo T de cualquier valor en el futuro $\bar{y}_{T+\tau}$ de una serie temporal es la última estimación l_T para la media de la serie temporal por que no hay tendencia o patrón estacional que explorar. Sin embargo, si se espera, que será menos exacto cuando se pronostica muy en el futuro. Por tanto los intervalos de predicción serán más amplios.

Suavización exponencial doble (método Holt)

Suponga que una serie temporal manifiesta tendencia lineal. Si la serie temporal se incrementa o decrece a una tasa aproximadamente constante, entonces el modelo de tendencia lineal (mínimos cuadrados) podría describir la serie temporal

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (\text{Promedio o nivel más tendencia más componente aleatorio})$$

El **nivel** en (o media) en el tiempo T es $\beta_0 + \beta_1 T$, y el nivel (o media) en el tiempo $(T - 1)$ es $\beta_0 + \beta_1 (T - 1)$. Por tanto, el incremento o decremento del nivel de la serie temporal, desde el periodo $(T - 1)$ al periodo T es

$$[\beta_0 + \beta_1 T] - [\beta_0 + \beta_1 (T - 1)] = \beta_1$$

La tasa constante de incremento o decremento β_1 de denomina **tasa de crecimiento**.

El método Holt de suavización exponencial es apropiado cuando cambian tanto el nivel, como la tasa de crecimiento. Se requiere un modelo diferente al modelo de la tenencia lineal (mínimos cuadrados) para describir el nivel y la tasa de crecimiento cambiantes. Para llevar a cabo este método, denotamos con l_{T-1} la estimación del nivel de la serie temporal en el periodo $(T - 1)$, y como b_{T-1} la estimación de la tasa de crecimiento de la serie temporal en el periodo $(T - 1)$. Entonces, si observamos un nuevo valor y_T de la serie temporal en el periodo

T, usamos dos ecuaciones de suavización para actualizar las estimaciones l_{T-1} y b_{T-1} . La estimación del nivel en el periodo T utiliza la constante de suavización α , y es

$$l_T = \alpha y_T + (1 - \alpha) [l_{T-1} + b_{T-1}]$$

Esta ecuación establece que l_T es igual a una fracción α del valor y_T de la serie temporal, recién observado, más una fracción $(1 - \alpha) [l_{T-1} + b_{T-1}]$, que es la estimación del nivel de la serie temporal en el periodo T, según se calculó utilizando las estimaciones $l_{T-1} + b_{T-1}$ calculadas en un periodo $(T - 1)$. La estimación de la tasa de crecimiento de la serie temporal en el periodo T utiliza la constante de suavización γ , y es

$$b_T = \gamma [l_T - l_{T-1}] + (1 - \gamma) b_{T-1}$$

Esta ecuación significa que b_T es igual a una fracción γ de $[l_T - l_{T-1}]$, que es una estimación de la diferencia entre los niveles en el periodo T y $(T - 1)$. Mas una fracción $(1 - \gamma)$ de b_{T-1} , la estimación de la tasa de crecimiento efectuada en el periodo $(T - 1)$.

El siguiente recuadro es un resumen del procedimiento

Cuadro 2. Resumen del procedimiento para la aplicación del modelo de pronóstico “suavización exponencial doble (método Holt)”

Suavización exponencial doble (método Holt)

- Suponga que la serie temporal y_1, y_2, \dots, y_n muestra una tendencia lineal, para la cual el nivel y la tasa de crecimiento podrían estar cambiando sin ningún patrón estacional. Entonces, la estimación **l_T del nivel de la serie temporal y la estimación b_T de la tasa de crecimiento de la serie temporal en un periodo T están dadas por las ecuaciones de suavización**

$$l_T = \alpha y_T + (1 - \alpha) [l_{T-1} + b_{T-1}]$$

$$b_T = \gamma [l_T - l_{T-1}] + (1 - \gamma) b_{T-1}$$

donde α y γ son **constantes de suavización** entre 0 y 1, l_{T-1} y b_{T-1} son estimaciones en el tiempo T - 1 para el nivel, y la tasa de crecimiento, respectivamente.

- Un **pronóstico puntual efectuado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$** es

$$\bar{y}_{T+\tau}(T) = l_T + \tau b_T \quad (\tau = 1, 2, 3, \dots)$$

- Si $\tau = 1$, entonces **un intervalo de predicción de 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$** es

$$[(l_T + b_T) \pm z_{[.025]} s]$$

Si $\tau = 2$, entonces un intervalo de predicción de 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$ es

$$[(l_T + 2b_T) \pm z_{[.025]} s \sqrt{1 + \alpha^2(1 + \gamma)^2}]$$

Si $\tau = 3$, entonces un intervalo de predicción de 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$ es

$$[(l_T + 3b_T) \pm z_{[.025]} s \sqrt{1 + \alpha^2(1 + \gamma)^2 + \alpha^2(1 + 2\gamma)^2}]$$

En general para cualquier $\tau > 1$, **un intervalo de predicción del 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$** es

$$\left[(l_T + \tau b_T) \pm z_{[.025]} s \sqrt{1 + \sum_{j=1}^{\tau-1} \alpha^2 (1+j\gamma)^2} \right]$$

donde el estándar s en el tiempo T es

$$s = \sqrt{\frac{\text{SSE}}{T-2}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [y_t - \bar{y}_t(t-1)]^2}{T-2}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [y_t - (l_{t-1} + b_{T-1})]^2}{T-2}}$$

En el método de suavización exponencial doble, un pronóstico puntual en el tiempo T de cualquier valor en el futuro $\bar{y}_{T+\tau}$ de una serie temporal es la suma $l_T + \tau b_T$ de las últimas estimaciones para la media y la tasa de crecimiento de la serie temporal, porque no hay patrón estacional que explorar. Sin embargo, si se espera, que será menos exacto cuando se pronostica muy en el futuro. Por tanto los intervalos de predicción serán más amplios.

Suavización exponencial triple (método aditivo de Holt-Winters)

Existen dos métodos suavización exponencial triple, ambos métodos diseñados para series temporales que manifiestan una tendencia lineal, por lo menos localmente, o sino sobre la amplitud de la serie temporal entera. El **método aditivo de Holt-Winters** se usa para series temporales con variación estacional constante (aditiva), y el **método multiplicativo de Holt-Winters** se aplica a series temporales con variación estacional creciente (multiplicativa)

Método aditivo de Holt-Winters

Si una serie temporal muestra tendencia lineal con una tasa de crecimiento constante, β_1 , y un patrón estacional fijo, SM, con variación constante (aditiva), entonces la serie temporal podría ser descrita con el modelo

$$y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) + SM_t + \varepsilon_t \quad (\text{Promedio o nivel más tendencia más estacionalidad más componente aleatorio})$$

En los modelos de regresión de las series temporales se usan variables ficticias para modelar SM_t . En el caso de este modelo, el nivel de la serie temporal en el tiempo $(T-1)$ es $\beta_0 + \beta_1 T$ y en el tiempo T es $\beta_0 + \beta_1(T-1)$. Por tanto, la tasa de crecimiento del nivel de un periodo al siguiente es β_1 .

El método aditivo de Holt-Winters es el adecuado cuando una serie temporal muestra una tendencia lineal con un patrón estacional aditivo para el cual el nivel, la tasa de crecimiento y el patrón estacional podrían estar *cambiando*. Para llevar a cabo el método aditivo de Holt-Winters, denotamos con l_{T-1} la estimación del **nivel** en el tiempo $(T-1)$, y con b_{T-1} denotamos la **tasa de crecimiento** en el tiempo $(T-1)$. Luego, suponga que observamos un nuevo valor y_L de la serie temporal en el periodo T , y sea sm_{T-L} la estimación “más reciente” del factor estacional para la estación correspondiente al periodo T . Aquí L es el número de estaciones en un año ($L = 12$ para los datos mensuales, y $L = 4$ para los datos trimestrales), y, por consiguiente $T-L$ es el periodo que ocurre un año previo al periodo T . A demás el subíndice $T-L$ en sm_{T-L} denota el hecho de que el valor de la serie temporal en el periodo $T-L$ es el valor de la serie observada, más recientemente en la estación que se está analizando y, por tanto, es el valor de la serie temporal, más reciente, que se usa para ayudar a determinar sm_{T-L} . Entonces, la estimación del nivel en la serie temporal en el periodo T utiliza la constante de suavización α , y es

$$l_T = \alpha (y_T - sm_{T-L}) + (1 - \alpha) (l_{T-1} + b_{T-1})$$

donde $(y_T - sm_{T-L})$ es la observación compensada respecto de la variación estacional en el periodo T . La estimación de la tasa de crecimiento en el periodo T utiliza la constante de suavización γ , y es

$$b_T = \gamma (l_T - l_{T-1}) + (1 - \gamma)b_{T-1}$$

La estimación del factor estacional SM_T en el periodo T utiliza la constante de suavización δ , y es

$$sm_T = \delta (y_T - l_T) + (1 - \delta) sm_{T-L}$$

donde $(y_T - l_T)$ es la estimación de variación estacional recientemente observada. El método aditivo de Holt-Winters se resume en el siguiente recuadro.

Cuadro 3. Resumen del procedimiento para la aplicación del modelo de pronóstico “suavización exponencial triple (método aditivo Holt-Winters)”

Suavización exponencial triple (método aditivo de Holt-Winters)

- Suponga que la serie temporal y_1, y_2, \dots, y_n manifiesta tendencia lineal y sigue un patrón estacional con variación estacional constante (aditiva), y que el nivel, la tasa de crecimiento y el patrón estacional podrían estar cambiando. Entonces, las ecuaciones de suavización que se dan en seguida proporcionan **la estimación l_T del nivel, la estimación b_T de la tasa de crecimiento, y la estimación sm_T del factor estacional de la serie de tiempo en el periodo T**

$$l_T = \alpha (y_T - sm_{T-L}) + (1 - \alpha) (l_{T-1} + b_{T-1})$$

$$b_T = \gamma (l_T - l_{T-1}) + (1 - \gamma)b_{T-1}$$

$$sm_T = \delta (y_T - l_T) + (1 - \delta) sm_{T-L}$$

donde α, γ y δ son **constantes de suavización** entre 0 y 1, l_{T-1} y b_{T-1} son estimaciones en el tiempo $T - 1$ para el nivel, y la tasa de crecimiento, y sm_{T-L} es la estimación en el periodo $T - L$ del factor estacional.

- Un **pronóstico puntual efectuado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$** es

$$\bar{y}_{T+\tau}(T) = l_T + \tau b_T + sm_{T+\tau-L} \quad (\tau = 1, 2, 3, \dots)$$

donde $sm_{T+\tau-L}$ es la estimación “más reciente” del factor estacional para la estación correspondiente al periodo $T + t$.

- Un **intervalo de predicción de 95% calculado en el periodo T para $\bar{y}_{T+\tau}$** es

$$[\bar{y}_{T+\tau}(T) \pm z_{[.025]} s \sqrt{C_\tau}]$$

Si $\tau = 1$ entonces $C_\tau = 1$

$$\text{Si } 2 \leq \tau \leq L, \text{ entonces } C_\tau = \left[1 + \sum_{j=1}^{\tau-1} \alpha^2 (1 + j\gamma)^2 \right]$$

$$\text{Si } L \leq \tau, \text{ entonces } C_\tau = \left[1 + \sum_{j=1}^{\tau-1} [\alpha (1 + j\gamma) + d_{j,L}(1 - \alpha)\delta]^2 \right]$$

donde $d_{j,L} = 1$, si $j > L$ y 0 si no es así

El estándar s calculado en el tiempo T es

$$s = \sqrt{\frac{SSE}{T-3}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [y_t - \bar{y}_t(t-1)]^2}{T-3}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [y_t - (l_{t-1} + b_{t-1} + sm_{t-1})]^2}{T-3}}$$

Medición del error del pronóstico

Como ya se utilizó antes, las técnicas cuantitativas de pronósticos utilizan bajo convención una notación matemática para referirse a cada periodo específico. La letra y se utiliza para indicar una variable de serie de tiempo, el periodo asociado con una observación se muestra como subíndice, así y_t se refiere al valor de una serie de tiempo en el periodo t . La notación matemática también debe distinguir entre el valor real de una serie de tiempo y el valor pronosticado. Una barra “-” se coloca encima de un valor para indicar que se está pronosticando. El valor del pronóstico para y_t es \bar{y}_t . La precisión de una técnica de pronóstico se juzga mediante la comparación de la serie original y_1, y_2, \dots con la serie de los valores pronosticados $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots$.

Notación básica de pronósticos

y_t = valor de una serie de tiempo en el periodo t

\bar{y}_t = valor pronosticado en y_t

$e_t = y_t - \bar{y}_t$ = residual o error residual del pronóstico

Se han creado diversos métodos para resumir los errores generados por una técnica de pronóstico específica. La mayoría de estas medidas son el promedio de alguna función de la diferencia entre los valores reales y de pronóstico. Estas diferencias se conocen como *residuales*.

Un *residual* es la diferencia entre el valor real y su valor de pronóstico

Existen diferentes medidas para evaluar las técnicas de pronósticos, a continuación se describen cuatro de estas.

Una medida para evaluar las técnicas de pronósticos utiliza la suma de los errores residuales absolutos. La desviación absoluta media (*MAD*, del inglés *mean absolute deviation*) mide la precisión del pronóstico al promediar las magnitudes de los errores de pronóstico (valores absolutos de cada error). *MAD* es más útil cuando el analista quiere medir el error del pronóstico en las mismas unidades que la serie original. La siguiente ecuación muestra cómo se calcula en *MAD*.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \bar{y}_t|$$

Otra medida para evaluar las técnicas de pronóstico es el error cuadrático medio (*MSE*, del inglés *mean squared error*). Cada error de pronóstico o residual se evalúa al cuadrado; luego, se suma y se divide entre el número de observaciones. Este método penaliza los errores grandes del pronóstico debido a que los errores se elevan al cuadrado, lo cual es importante; una técnica que produce errores moderados podría ser preferible a una que, por lo general, tiene errores pequeños, pero que en ocasiones produce errores muy grandes. El *MSE* está dado por la siguiente ecuación.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2$$

A veces, es más útil calcular los errores de pronóstico en términos de porcentajes en lugar de cantidades. El error porcentual absoluto medio (*MAPE*, del inglés *mean absolute percentage error*) se calcula al encontrar el error absoluto en cada periodo, dividiendo entre el valor real observado para ese periodo y luego promediando los errores porcentuales absolutos. Este método es útil cuando el tamaño o magnitud de la variable de pronóstico

es importante para evaluar la precisión del pronóstico. El *MAPE* proporciona una indicación de cuán grandes son los errores del pronóstico en comparación con los valores reales de la serie. Esta técnica es especialmente útil cuando los valores de y_t son grandes. También puede utilizarse el *MAPE* para comparar la precisión de las mismas o diferentes técnicas en dos series totalmente distintas. La siguiente ecuación muestra cómo se calcula el *MAPE*.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \bar{y}_t|}{y}$$

A veces es necesario determinar si un método de pronóstico tiene sesgo (produce pronósticos más altos o más bajos de manera sistemática). En estos casos se calcula el error porcentual medio (*MPE*, del inglés *mean percentage error*). Se calcula al encontrar el error en cada periodo y dividir el resultado entre el valor real para dicho periodo; a continuación, se promedian estos errores porcentuales. Si el método de pronóstico no tiene sesgo, el *MPE* producirá un número cercano a cero. Si el resultado es un alto porcentaje negativo, el método sobreestima de forma consistente, y si el resultado es un porcentaje alto positivo, el método subestima consistentemente. El *MPE* está dado por

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(y_t - \bar{y}_t)}{y}$$

Parte de la decisión de utilizar una técnica específica de pronóstico implica la determinación de si esta técnica producirá errores de pronósticos que se juzguen ser suficientemente pequeños. Se puede esperar que una buena técnica de pronóstico produzca errores de pronóstico relativamente pequeños de forma persistente.

Son importantes dos medidas de las descritas, el error porcentual absoluto medio (*MAPE*) y el error cuadrático medio (*MSE*), ambos utilizados para evaluar la precisión de un método de pronóstico con otro método de pronóstico. El *MAPE* evalúa en porcentaje, en qué medida, los valores pronosticados se desvían de los valores reales, y se infiere, que para las proyecciones en los periodos siguientes, se tendrá el mismo error porcentual bajo las condiciones de confianza preestablecidos; así, se evalúan para la misma serie de tiempo varios modelos de pronósticos, dando prioridad al que presente el menor error porcentual absoluto medio (*MAPE*). El otro tipo de error evaluado en los métodos de pronósticos es el *MSE*, esta medida define para la mayoría de pronosticadores, qué modelo elegir para proyectar la serie de tiempo, para la misma serie de tiempo se prueban varios modelos, se encuentre el *MSE* para cada modelo y se elige el que presente menor *MSE*. La razón de utilizar el *MSE* como criterio para la elección del modelo de pronóstico que mejor describe la serie de tiempo, es porque, representa la varianza de los datos, y la raíz cuadrada del *MSE* es la desviación estándar de la serie de datos, por tanto entre menor sea el *MSE* menor será la desviación de los pronostico con los valores reales y más precisas serán las proyecciones de los datos.

Apéndice B. Demanda térmica total para el sistema de climatización de un edificio

Conceptos de demanda térmica total de un edificio

La capacidad del equipo del sistema de climatización que va instalarse, se elige mediante el cálculo de la demanda térmica del edificio, para el modo de refrigeración la demanda térmica en un edificio es la cantidad de energía que debe extraerse de éste, para lograr disminuir su temperatura hasta un punto considerado como: temperatura de confort, que es distinto según lo establecido en las normas de cada país, sin embargo, para el modo de refrigeración por lo regular ronda entre los 23 y 25 °C, esta demanda puede calcularse por varios métodos. Se describe en seguida el método de balances energéticos, basado en el cálculo de criterios de carga que pueden ser favorables o desfavorables según el modo de climatización instalado (Rodríguez A. Delia, 2012, p. 40), estos criterios son:

* **Carga térmica de transmisión (Q_{tran}):** Es la carga debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior. La conductividad térmica de muros, suelos, cubiertas y demás cerramientos hace que pase calor de un lado a otro.

* **Carga térmica de renovación (Q_{renv}):** Producto del cambio del volumen de aire interior con el exterior a través de los conductos de ventilación del edificio. El nuevo volumen de aire entra en las condiciones del ambiente exterior y se acondiciona a la temperatura de confort interior extrayendo energía.

* **Carga térmica de infiltración (Q_{inf}):** Como efecto de la entrada o escape de una porción del aire a través de los pequeños huecos que puedan existir entre las ventanas, puertas y otros cerramientos.

* **Carga térmica de personas (Q_{pern}):** Es el debido al calor que desprende un ser humano en su actividad diaria. Según el tipo de ropa que vista o la cantidad de ella, y del tipo de actividad que se desarrolle en el local a climatizar, una persona desprenderá más o menos calor.

* **Carga térmica de equipos (Q_{eqpo}):** es la debida al calor que desprenden los equipos eléctricos en su funcionamiento, así como la iluminación artificial de cada uno de los espacios del edificio a climatizar.

* **Carga térmica por radiación solar (Q_{rad}):** Esta carga térmica es provocada por la penetración de los rayos del sol al espacio climatizado a través de ventanas, sea una oficina o un laboratorio. Los rayos del sol de longitud de onda corta y alta frecuencia de oscilación penetran el vidrio de ventanas e inciden con los objetos que se encuentran dentro de la oficina, estos absorben la energía y luego la emiten en rayos de longitud de onda larga y baja frecuencia; estos últimos no pueden atravesar el vidrio con dirección al exterior y permanecen dentro de la oficina creando el fenómeno de efecto invernadero y aumentando la temperatura.

La carga térmica total demandada por un edificio es la suma de las cargas individuales descritas, pero se instala un equipo que supere dicha demanda en un 10%, ya que esta puede verse superada cuando se instale más equipo eléctrico, se encuentren demasiadas personas, se infiltre más mas aire caliente y rayos solares radiantes, u otros que generadores de calor

Cálculo matemático de carga térmica de refrigeración

Se define matemáticamente la carga térmica total de refrigeración demandada por los edificios y descrita anteriormente como:

$$Q_{CTR} = (Q_{tran} + Q_{renv} + Q_{inf} + Q_{pern} + Q_{eqpo} + Q_{rad})$$

Siendo,

$$*Q_{tran} = \text{Carga térmica de transmisión} = \sum U_i \cdot A_i \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

Donde,

$$U_i = \text{a la transmitancia térmica del cerramiento } i \text{ (} W/m^2 \cdot K \text{)}$$

A_i = a la superficie del cerramiento i en contacto con el exterior (m²)

T_{ext} = a la temperatura del ambiente exterior en invierno (°C)

T_{int} = a la temperatura interior del edificio en invierno (°C)

$$*Q_{renv} = \text{Carga térmica de renovación} = \dot{m} \cdot \rho_{aire} \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

Donde,

ρ_{aire} = Densidad del aire = 1,18 kg/m³

T_{int} = a la temperatura interior del edificio en invierno (°C)

T_{ext} = a la temperatura del ambiente exterior en invierno (°C)

\dot{m} = es el caudal volumétrico del aire de renovación (kg/s), y se calcula como la masa de aire del volumen del edificio renovado cada hora (Ratio)

$$*Q_{inft} = \text{Carga térmica de infiltración} = \dot{m} \cdot \rho_{aire} \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

Donde,

ρ_{aire} = Densidad del aire = 1,18 kg/m³

T_{int} = a la temperatura interior del edificio en invierno (°C)

T_{ext} = a la temperatura del ambiente exterior en invierno (°C)

\dot{m} = es el caudal volumétrico del aire de infiltración (kg/s), que se estima en un 25% del caudal volumétrico de renovación.

$$*Q_{pern} = \text{carga térmica del calor de las personas} = N_{personas} \cdot q_{persona}$$

Donde,

$N_{personas}$ = número de personas en el edificio

$q_{persona}$ = calor que desprende una persona

$$*Q_{eqpo} = \text{Carga térmica de los equipos del edificio} = \sum N_{eqpoi} \cdot P_i + \sum N_{lumini} \cdot P_{lumini}$$

Donde,

N_{eqpoi} = número de equipos iguales i

P_i = potencia del equipo i

N_{lumini} = número de luminarias iguales i

P_{lumini} = potencia de luminaria i

Es necesario aplicar un coeficiente de simultaneidad del 70%, puesto que no todas las luces están encendidas a la vez y todos los aparatos funcionando a la vez.

$$*Q_{eqpo} = \text{Carga térmica por radiación solar} = \sum V_{\text{ventana-i}} \cdot KS_i$$

Donde,

$V_{\text{ventana-i}}$ = superficie de ventana i

KS_i = Constante solar según la locación geográfica i

RECOMENDACIONES

Persona encargada de gestionar la eficiencia energética en la UES-FMOcc

Se recomienda contratar una persona encargada de gestionar el uso óptimo de la energía eléctrica. Liderando el diseño e implementación de planes de ahorro de energía como el presentado. Esta persona debe cumplir con el siguiente perfil.

Nombre del puesto:	Administrador del recurso energético de la UES-FMOcc
Objetivo del puesto:	Administra el recurso energético en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente.
Número de vacantes:	1
Contrato:	Permanente a tiempo completo.
Genero:	Indiferente
Espacio de función del puesto:	Al interior de la UES-FMOcc
Requisitos del puesto:	Debe cumplir con los siguientes requisitos
	<p>Nivel educativo: Ingeniero Electricista, Ingeniero Industrial o Ingeniero Civil</p> <p>Conocimientos técnicos adicionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocimientos de administración de proyectos. ➤ Conocimientos en sistemas eléctricos de potencia. ➤ Conocimientos en sistemas de climatización. ➤ Conocimientos de Eficiencia Energética. <p>Adjetivos Personales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabajo en equipo, toma de decisiones, trabajo bajo presión. <p>Experiencia: 1 a 5 años en administración de proyectos</p>
DESCRIPTOR DEL PUESTO	
Nivel jerárquico:	
	<p>Jefe inmediato: Junta directiva de UES-FMOcc</p> <p>Subordinados: Personal técnico-operativo implementador de planes</p>
	<p>Comunicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vertical superior: Junta directiva UES-FMOcc ➤ Vertical inferior: Personal operativo implementador de planes ➤ Horizontal: Jefe de unidad de mantenimiento, Jefes de departamento, Personal docente de la UES-FMOcc
	<p>Funciones del puesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejecutar planes que mejoren la eficiencia energética ➤ Administrar el recurso material y material en la implementación de planes. ➤ Cumplir cada modificación en infraestructura establecida en el plan. ➤ Rendir cuentas de materiales y recursos utilizados en la implementación de planes. ➤ Elaboración de bitácoras en torno a intervenciones realizadas en el plan. ➤ Supervisar trabajos en proceso y finalizados en el plan. ➤ Dar seguimiento de mantenimiento del plan.

Esta persona será encargada de gestionar todo en el tema de la energía en la universidad, organizando al personal para crear un equipo multidisciplinario que resuelvan los problemas que generan desperdicio de

energía desde su causa raíz. Esta persona debe tener una visión prospectiva del ahorro de energía de la universidad, analizando los factores que generan el consumo en la actualidad y que pueden cambiarse en el presente para disminuir el consumo futuro, evaluar la eficiencia energética en los edificios desde la etapa de diseño.

Implementación de Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico

El fin que se pretende alcanzar con la presentación del plan de ahorro de energía eléctrica para la UES FMOcc, es generar una disminución en el consumo del recurso mediante la implementación de una serie de acciones que están enfocadas a reducir problemáticas y potencializar aspectos que están ligados al tema, lo cual se detalla en el transcurso de los cinco capítulos del presente documento. El plan está más enfocado a la corrección ya que se cree que es necesario establecer un orden primeramente para luego poder optar a otro tipo de estrategias para que de esta manera se generen más ahorros, y beneficiar grandemente a la institución.

Para el planteamiento de la presente recomendación debe tomar a aclarar un punto muy importante, en que el ahorro de energía eléctrica es tratar de hacer que una carga instalada sea energizada únicamente el tiempo necesario, bajo condiciones de uso que sean las mejores para dicha carga teniendo resultados que para el usuario satisfagan sus necesidades. Teniendo claro este punto la recomendación se enfoca a la incursión de la UES FMOcc en el uso de energía renovables para energizar algunas de las cargas instaladas en la institución, con esta medida no se tendría un ahorro de energía eléctrica ya que las carga a energizar siempre tendría un consumo, solo que los KWh ya no estarían siendo marcados por el Medidor del servicio 1 o 2. Con la implementación de sistemas de generación de energía renovable se pretende anular total o parcialmente el uso de la energía de la red sustituyéndola por la que se genera mediante otro medio que es más amigable con el medio ambiente. La adopción de un sistema de generación va acompañado de estudios previos que deben ser enfocados a la viabilidad del uso de estos y de qué tipo de sistema es el más conveniente de instalar, el cual depende del medio en donde se estima que el sistema funcionara, ejemplo de esto es que un sistema que transforma la energía mecánica a eléctrica por medio de una turbina eólica es necesario que las ráfagas de viento puedan mover las aspas para que el rotor tenga movimiento, por otra parte se deben disponer de un espacio físico establecido.

Haciendo referencia puntual para la UES FMOcc, según las condiciones de donde se localiza se podría afirmar que el mejor sistema que se apega es la generación por medios fotovoltaicos, pues aspectos como el clima y la incidencia de rayos solares podrías ser propicios para que los fotones puedan chocar sobre los paneles y obtener electricidad limpia, y la recomendación se enfoca a proponer una iniciativa que instalar este tipo sistema de generación dentro de las instalaciones de la Facultad, por lo que si se apega como un aporte al plan de ahorro de energía eléctrica, este tipo de modificaciones entraría a ser parte de la línea de acción Administración de las Instalaciones Eléctricas, Electrónicas y Estructurales. Si bien no se contempla en la propuesta de plan de ahorro se sugiere que se realicen esfuerzos por que se lleve a cabo la presente recomendación, y dentro de esta se sugieren los siguientes puntos:

- El sistema de generación de energía eléctrica debería ser instalado después de haber concluido la implementación de las acciones correctivas de corto, mediano y largo plazo, ya que de esta manera se tendría mejores condiciones en torno a la carga instalada, consumo percibido, y sumado a esto los estudios que se realicen girarían en torno a los tres sistemas de iluminación, climatización y equipo mejor estructurado y ordenado.
- Deben hacerse estudios previos a la implementación del sistema de generación, por lo que podría ser este un tema de investigación desarrollado por alumnos, como parte de una materia o trabajo de grado.

- Se debe realizar estudios enfocados a la parte técnica y económica, ya que sería necesario saber condiciones con las que cuenta la Facultad, los elementos a utilizar y los beneficios que tendrían al implementar el sistema de generación.

Como propuesta se tiene que el tipo de sistema a instalar es denominado como “sistema de generación fotovoltaico aislado” ya que esta es independiente de la red, quiere decir que este sistema no se conecta una misma vez a los circuitos la energía generada por el sistema fotovoltaico y la red, este puede estar conectado de forma permanente a circuitos independientes o puede ser usado en ciertas horas, aislando la energía de la red mediante el uso de conmutadores. El tipo de sistema propuesto consta de ciertas partes que lo conforman y estas deben estar conectadas entre sí, por lo que se presenta como está conformado este.

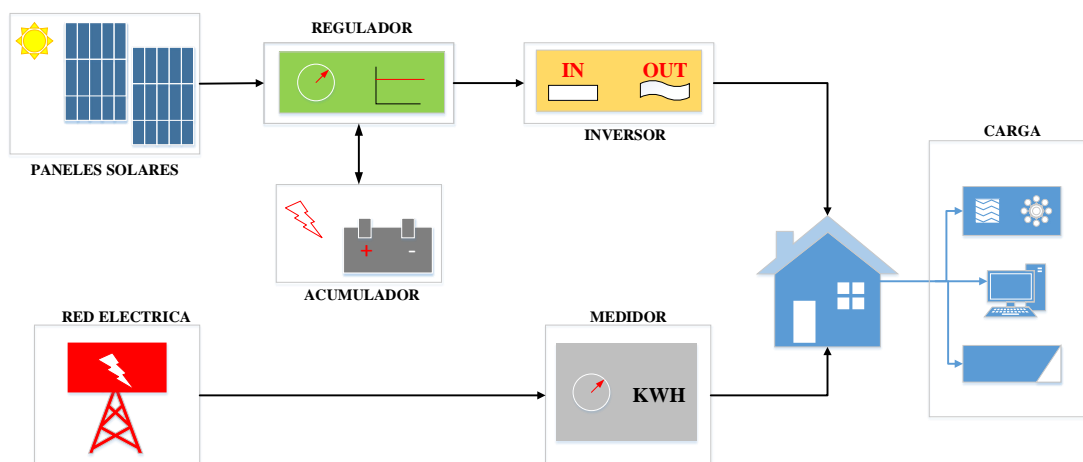


Figura 1. Sistema aislado de generación fotovoltaica.

En referencia al sistema de generación, este puede tener variaciones con respecto a su instalación, pues este puede ser uno solo abarcando toda la carga que se desea energizar o instalando varios, esto dependerá de factores críticos como lo es las potencias que deben poseer algunas partes que componen dicho sistema, por ejemplo si se tiene que los cálculos arrojan que un dispositivo debe poseer una potencia que sobrepasa los límites que el fabricante especifica, sería necesario que la carga instalada a energizar se seccione de forma tal que se tengan una misma potencia pero dividida. Otro factor es la corriente eléctrica, ya que el sistema debe proporcionar la cantidad de amperios suficiente, y si es demandada una gran cantidad, se debe realizar el seccionamiento, por lo que en función a estos criterios se tendría que instalar varios sistemas fotovoltaicos para cubrir el consumo energético. A continuación se detallan las partes que conforman el sistema de generación y los cálculos que deben realizarse.

Paneles solares

El panel solar es un elemento que permite usar los rayos del sol como energía. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad o calentar algo. Para el sistema de generación, es necesario saber la cantidad de paneles solares que deben ser instalados ya que de esto depende la potencia con la que se cuenta

siendo de esta manera potencia instalada para el sistema. El cálculo que debe realizarse se expresa mediante la siguiente fórmula matemática que se detalla.

$$Np = CM / ((PPP) (HPS) (FGF))$$

- **Numero de Paneles (Np):** Es el número de paneles solares que deben ser instalados.
- **Consumo Medido (CM):** Es el consumo medido en un día el cual se pretende suplir.
- **Potencia Pico del Panel solar (PPP):** Es el valor de la potencia máxima que puede proporcionar el panel solar donde este valor es proporcionado por el fabricante en las especificaciones técnicas, y para análisis de este sistema se utilizara el valor de 260 watts con un modelo de panel SW260 de la marca SolarWord.
- **Hora Pico de Sol (HPS):** Es el lapso de horas en las que se tiene la mayor cantidad de irradiación solar en el lugar donde se pretende instalar los paneles solares. Para efectos del análisis y por observación directa se tendría que esta hora pico estaría entre las 9:00 am y 2:30 pm aproximadamente haciendo un total de 5.5 horas.
- **Factor Global de Funcionamiento (FGF):** Constante de funcionamiento del panel el cual ronda entre 0.65 y 0.9.

Otro de los datos que debe obtenerse es el tipo de conexión que deben poseer los paneles fotovoltaicos, teniendo que pueden estar en serie o en paralelo, pero de esto la incógnita es cuántos de estos deben estar en serie y cuántos en paralelo por cada rama, por lo que por este se realiza el cálculo mediante las siguientes expresiones matemáticas.

$$Nserie = (Vbat) / (VMP)$$

$$Nparalelo = (Np) / (Nserie)$$

- **Numero de paneles en serie (Nserie):** Es la cantidad de paneles que tienen que ser instalados en conexión serie constituyendo una rama.
- **Voltaje de batería del posible acumulador (Vbat):** Es el voltaje al que se usaran los acumuladores “baterías” que para el análisis se usaran de 24 vdc.
- **Voltaje Pico del Panel (VMP):** Es el voltaje más alto que puede proporcionar es panel solar, donde para el modelo SW260 es de 38.8 vdc.
- **Numero de paneles en paralelo (Nparalelo):** Es la cantidad de ramas que deberán estar en paralelo.
- **Numero de Paneles (Np):** Es el número de paneles solares que deben ser instalados para obtener

Acumulador

En Electricidad y Electrónica, un acumulador o batería de acumuladores es un dispositivo que almacena energía por procedimientos electroquímicos y de la que se puede disponer en forma de electricidad. El caso de los acumuladores, es necesario realizar los cálculos pertinentes con el fin de saber qué tipo de batería es la más adecuada instalar en el sistema de generación de energía eléctrica ya que de estas dependen que todo el sistema se mantenga energizado aun cuando no se tiene incidencia de los rayos del sol en los paneles solares.

Es necesario hacer el cálculo de las características de la batería por lo que por medio de la siguiente fórmula matemática se obtienen los datos.

$$CNDw = (CM) / (PDMD)$$

$$CNDa = (CNDw) / (Vbat)$$

- **Capacidad Nominal de Descarga medida en watts/amperios (CNDw/a):** Es la capacidad que debe tener una batería para poder brindar la energía necesaria a una carga eléctrica durante un día de jornada de uso de esta.
- **Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PDMD):** Es el valor porcentual al que se descarga una batería al día según una carga, donde este factor es de 0.15 para un día y para una semana de 6 días 0.7.
- **Voltaje de batería del posible acumulador (Vbat):** Es el voltaje al que se usaran los acumuladores "baterías" que para el análisis se usaran de 24 vdc.
- **Consumo Medido (CM):** Es el consumo medido en un día el cual se pretende suplir.

Regulador

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante. El regulador también debe ser medido, ya que este tendrá que soportar una corriente de entrada producida desde los paneles y la de salida para alimentar al inversor, por lo que el cálculo de este es mediante la siguiente fórmula matemática.

$$I_{entrada} = (1.25) (Np) (ICCP)$$

$$I_{salida} = (1.25) (CI) / (Vbat)$$

- **Corriente de entrada del regulador (Ientrada):** Es la corriente que el regulador debe ser capaz de soportar a la entrada de voltaje.
- **Numero de Paneles (Np):** Es el número de paneles solares que deben ser instalados.
- **Corriente de Cortocircuito del panel (ICCP):** Es la corriente máxima que puede proporcionar el panel fotovoltaico para el caso se utilizara el valor de 8.37 amperios con respecto al modelo de panel SW260.
- **Corriente de salida del regulador (Isalida):** Es la corriente que debe poder suministrar a la salida el regulador.
- **Carga Instalada (CI):** Es el valor de la carga instalada que se pretende energizar mediante el sistema de generación fotovoltaica.
- **Voltaje de batería del posible acumulador (Vbat):** Es el voltaje al que se usaran los acumuladores "baterías" que para el análisis se usaran de 24 vdc.

Inversor

Un inversor es un dispositivo que tiene como función cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el

usuario o el diseñador. Para el caso del dispositivo inversor el cálculo que debe realizarse va con respecto a la potencia que este debe poseer ya que es de este donde se conecta toda la carga instalada que se pretende energizar con el sistema fotovoltaico, y el cálculo de este se presente mediante la siguiente formula.

$$P_{inv} = (1.2) (CI)$$

- **Potencia de inversor (P_{inv}):** Es la potencia máxima que debe poseer el inversor para
- **Carga Instalada (CI):** Es el valor de la carga instalada que se pretende energizar mediante el sistema de generación fotovoltaica.

Es evidente que es necesario la obtención de información sobre aspectos de carga y consumo en los cálculos de los dispositivos, pero sumado debe investigarse aspectos relacionados con la instalación física del sistema con lo que podría asegurarse que todo esto engloba que se necesitaría trabajar en un estudio técnico y darle un enfoque de proyecto, además de un respectivo estudio económico financiero. Teniendo como base que para la UES FMOcc la mejor opción de sistema de generación es la de tipo fotovoltaico, es necesario la realización de un estudio completo en torno a las condiciones con las que cuenta y las que no cuenta la Facultad, se estima que el estudio técnico se divida en los siguientes:

Estudio de condiciones del medio

El estudio de las condiciones del medio consiste en realizar una recopilación de datos útiles para el proyecto en carácter de saber el comportamiento del sol en interacción con el medio en el que se desea instalar el sistema, por ejemplo se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- **Angulo y hora:** Debe establecerse el ángulo al que se encuentra un edificio con respecto a los movimientos que el sol realiza en un día completo y las variaciones que tendría en el año, con el fin de saber cuál es la mejor posición en la que se podría instalar los paneles fotovoltaicos.
- **Irradiación:** Debe realizarse el estudio de la cantidad de irradiación solar que se percibe en durante el día acompañado de la temperatura.

Estudio para delimitación de instalación

Como parte de los estudios para la implementación del sistema de generación de energía eléctrica se debe delimitar el alcance del sistema donde debe tomarse en cuenta cuales son los edificios serán parte como candidatos para instalar los paneles, donde en este punto deben tomarse a consideración los siguientes:

- **Antigüedad del edificio:** Es de tomar en cuenta la antigüedad de la edificación pues de estar muy cerca al término de su vida útil se correría el riesgo de no obtener una recuperación de la inversión que debe realizarse pues la edificación endrina que sustituirse antes de llegar el punto de equilibrio de la recuperación de la inversión, además que este podría presentar posibles limitantes de construcción como lo es el sistema de cableados poniendo en riesgo en cuanto que sería necesario hacer mayor número de modificaciones en este, por lo que el costo se vería incrementado.

- **Porcentaje de participación en el consumo total:** Otro de los criterios que se debe tomar en cuenta e investigar es la priorización de edificios con respecto al consumo energético que este representa del total facturado.

Para el caso puntual de la Facultad se ha demostrado en el capítulo 3 del presente documento que el edificio que posee la mayor cantidad de consumo de energía eléctrica es el de Usos Múltiples dato que puede corroborarse, por lo que en tal caso se vuelve en el principal candidato para la instalación de paneles solares además de percibirse que a este en este edificio los rayos del sol inciden directamente en gran cantidad de horas del día, pero esto debería ser corroborado mediante un estudio más profundo.

Estudio de carga instalada

Es necesario saber cuál es la carga instalada en el edificio en el que se desea instalar en sistema de generación, ya que este dato es necesario como criterio de implementación ya que no se debe poner en sobre carga al sistema, además de la identificación de los sistemas de carga instalada que se tiene instalado en el edificio. Del conocimiento de la carga instalada también se obtiene el tipo de alimentación necesaria para tal carga, ejemplo es que algunos equipos trabajan a un voltaje de 110 VAC y otros a 220 VAC. En cuanto a la Facultad se ha especificado que los sistemas que se tienen son de Iluminación, Climatización y Equipo donde en este debe tomarse en cuenta, el de oficina, laboratorio y otros que es la carga total, donde este dato debería ser tomado después de la implementación de las acciones correctivas que se han propuesto en el plan, pues al finalizar la implementación de este se tendrá una disminución de carga instalada teniendo así que la capacidad del sistema de generación fotovoltaico será de menor capacidad reduciendo el número de paneles y costos.

Estudio de demanda a suplir

El caso de la demanda a suplir es referente a cuales son los sistemas que se pretenden energizar, ejemplo de esto es que podría sustituirse totalmente la energía consumida desde la red eléctrica por la que se generaría con el sistema a instalar, tomando en cuenta que la iluminación, el equipo de oficina y el de climatización dependen totalmente de la energía generada dentro de la institución, por otro lado se tiene la opción de energizar únicamente un sistema, por ejemplo usar energía de la red para alimentar el sistema de climatización y equipo de ofimática dejando que la iluminación corra por cuenta de la energía generada. En referencia a la Facultad se ha estimado la posible demanda en KWh por cada uno de los edificios que compone el campus de donde se puede tomar como base del estudio ya que en el capítulo 3 se presenta los datos del censo realizado en la UES FMOcc.

Estudio del cableado

En este estudio debe realizarse una inspección de las condiciones en las que se encuentra el cableado del edificio candidato para implementar el sistema de generación, pues es necesario identificar los puntos donde se realizara la interrupción de corriente para empalmar con la salida del sistema de generación de energía eléctrica. En la Facultad es necesario la realización de los planos eléctricos completos de cada edificio, aunque en el plan se presentan algunos planos no se tiene de tomacorrientes, por lo que es necesario hacer el estudio del cableado completo.

Como se puede ver la implementación de este tipo de sistemas de generación de energía eléctrica conlleva una gran cantidad de actividades previas para conseguir los datos necesarios para lograr un excelente resultado, por lo que se sugiere dentro de esta recomendación que para la realización de esta podría ser uso de esta iniciática un tema de trabajo de grado, además de ser parte tener como complemento al plan una propuesta de como la Facultad puede ser parte de las instituciones que van llevando a otro nivel la gestión energética. Esta propuesta se hace ya que se tiene que es un tema muy amplio que conllevaría a extender una investigación aparte de la que se presente en el plan de ahorro de energía eléctrica y que por su importancia se insta a que debe ser realizado.

Teniendo especificado todos los elementos que componen el sistema de generación de energía eléctrica, y los cálculos correspondientes de cada uno de estos para obtener el mejor rendimiento del sistema, y que este trabaje sin riesgos de daños como sobrecargas, es necesario ahora hacer puntualmente la propuesta para los edificios identificados como candidatos en la propuesta. Ante la propuesta recomendada se tienen a aclarar los siguientes puntos:

- El análisis del sistema de generación de energía eléctrica presentado debería ser realizado después de implementar las acciones correctivas para el corto, mediano y largo plazo del plan de ahorro de energía eléctrica, pues debe ser primeramente corregidas la problemáticas teniendo una disminución de la carga y consumo de los edificios.
- El análisis del sistema fotovoltaico tiene como base los datos teóricos de consumo y carga presentados en el plan de ahorro de energía eléctrica.
- La propuesta está enfocada a que el sistema de iluminación de los edificios sea energizado con el sistema fotovoltaico, ya que si se toma en cuenta los demás sistemas sería necesario poseer una gran cantidad de superficie libre por para colocar los paneles solares.
- Se tiene como prioritario que la instalación del sistema sea realizado en los edificios que tienen mayor consumo en el sistema de iluminación los cuales son Usos Múltiples y Medicina.

Se presenta el análisis para los edificios de Usos Múltiples y Medicina con respecto al cálculo de los elementos de sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica.

Edificio de Carreras Múltiples

Para el edificio de Usos Múltiples, se presentaría una modificación sustancial con respecto a la carga instalada y el consumo tras la posible implementación de las acciones correctivas presentadas en el plan de ahorro de energía eléctrica, con lo que tentativamente según la base teórica se presentarían las siguientes:

- Carga instalada por iluminación: 18.09 KW
- Consumo por sistema de iluminación: 120.69 KWh/día
- Horas de incidencia del sol: 9:00 am a 2:30 pm 5.5 horas

De acuerdo con las especificaciones que presenta el edificio de Usos Múltiples, podría hacerse un estimado de las características que presentaría el sistema de generación, teniendo que se utilizaría un panel fotovoltaico modelo SW260 que presenta una potencia de 260 w y una corriente de corto de 8.37 amperes

$$N_p = (120.69 \text{ KWh}) (1000) / (260 \text{ W}) (5.5\text{h}) (0.9)$$

$$\mathbf{N_p = 93.77 \approx 94}$$

$$N_{\text{serie}} = (38.8 \text{ V}) / (24 \text{ V})$$

$$\mathbf{N_{\text{serie}} = 1.61 \approx 2}$$

$$N_{\text{paralelo}} = (94) / 2$$

$$\mathbf{N_{\text{paralelo}} = 47}$$

En la primera etapa se tiene que se utilizarían la cantidad de 94 paneles solares para poder satisfacer la demanda de 120.69 KWh, lo que significa que en el estudio se debe verificar que se cuente con el espacio físico para colocar dichos paneles, donde la conexión de estos es de 47 ramales en paralelo de dos paneles conectados en serie.

$$CND_w = (120.69 \text{ KWh}) (1000) / (0.7)$$

$$\mathbf{CND_w = 804600 \text{ W}}$$

$$CND_a = (804600 \text{ W}) / (24 \text{ V})$$

$$\mathbf{CND_a = 33525 \text{ Amp}}$$

El acumulador que debe ser utilizado debe estar compuesto por un banco de baterías que sean tales que permitan suministrar una gran cantidad de corriente eléctrica de 33525 amperios a 24 voltios directos, por lo que debe considerarse la conexión de estos para poder llegar a dichos valores de alta corriente. Teniendo claro las especificaciones de acumulador se pasa a calcular el regulador.

$$I_{\text{entrada}} = (1.25) (94) (8.37 \text{ amp})$$

$$\mathbf{I_{\text{entrada}} = 983.47 \text{ amp}}$$

$$I_{\text{salida}} = (1.25) (18000 \text{ W}) / (24 \text{ V})$$

$$\mathbf{I_{\text{salida}} = 937.5 \text{ amp}}$$

El regulador que es necesario debería soportar una gran cantidad de amperios, por lo que es necesario evaluar si un solo equipo de estos es capaz de manejar esta corriente de más de 900 amperios o si mediante un estudio evaluar si es posible seccionar en circuitos de menor carga el sistema de iluminación, y de esta manera poder optar por colocar más de un regulador de una capacidad que se tenga acceso a obtener y alimentar distintas secciones de los circuitos de sistema de iluminación. Se prosigue al cálculo del inversor a utilizar.

$$P_{\text{inv}} = (1.2) (18 \text{ KW})$$

$$\mathbf{P_{\text{inv}} = 21.6 \text{ KW}}$$

Al igual que el caso del regulador la potencia que requerida es muy alta, por lo que en este caso si en el estudio se llega a la conclusión de seccionar los circuitos de iluminación por cada uno de estos se tendría un inversor de menor potencia.

Con la implementación del sistema de generación de energía eléctrica en el edificio de Usos Múltiples se sumarían una cantidad importante de KWh en el ahorro energético en la UES FMOcc, ya que la propuesta que se hace es que todo el sistema de iluminación sea energizado de esta manera, con lo que puntualmente se tendría como dato puntual 120.69 KWh al día que se consumirían pero no serían cobrados a la factura. Si bien se presentan los datos es necesario hacer un estudio profundo en el edificio. Si bien es necesario que mediante los estudios pertinentes se plantea una propuesta de la ubicación física de los elementos del sistema.

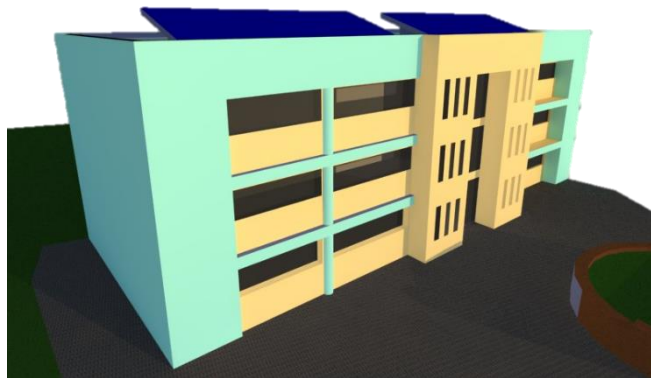


Figura 2. Edificio de Carreras Múltiples con paneles solares

- **Instalación de Paneles:** Los paneles fotovoltaicos deberían ser instalados en la parte superior del edificio de modo tal que no se tengan obstrucción de la incidencia de la irradiación solar.
- **Punto de conexión:** El punto propuesto donde podría ser empalmado la salida del sistema fotovoltaico es directamente a los breakers de protección que controla los circuitos de iluminación, donde en la caja principal de este edificio se tienen tres donde cada uno le corresponde a un nivel de Usos Múltiples. Aunque si el estudio refleja que es necesario realizar un seccionamiento de los circuitos de iluminación, y buscar nuevos puntos de empalme, por lo que se tendría que cablear una red anexa hasta dichos puntos por lo que es aquí donde erradica la importancia del estudio del cableado del edificio.
- **Instalación de acumulador, regulador e inversor:** Con respecto a la instalación del o los reguladores e inversores se propone que estén instalados en una caseta fuera del edificio ya que se cree que no se tiene el espacio suficiente en el cuarto donde está situada la caja principal, y de modo subterráneo realizar el cableado al interior del edificio.

Edificio de Medicina

El segundo de los edificios que se recomienda instalar el sistema de generación fotovoltaica es Medicina, ya que en el consumo con respecto al sistema de iluminación este posee el segundo lugar.

- Carga instalada por iluminación: 17.82 KW
- Consumo por sistema de iluminación: 71.74 KWh/día
- Horas de incidencia del sol: 9:00 am a 2:30 pm 5.5 horas

De acuerdo con las especificaciones que presenta el edificio de Medicina, podría hacerse un estimado de las características que presentaría el sistema de generación, teniendo que se utilizaría un panel fotovoltaico modelo SW260 que presenta una potencia de 260 w y una corriente de corto de 8.37 amperes.

$$N_p = (71.74 \text{ KWh}) (1000) / (260 \text{ W}) (5.5\text{h}) (0.9)$$

$$\mathbf{N_p = 55.74 \approx 56}$$

$$N_{\text{serie}} = (38.8 \text{ V}) / (24 \text{ V})$$

$$\mathbf{N_{\text{serie}} = 1.61 \approx 2}$$

$$N_{\text{paralelo}} = (56) / 2$$

$$\mathbf{N_{\text{paralelo}} = 28}$$

Para este edificio se estima que es necesario utilizar 56 paneles solares de 260 w para suplir la demanda del consumo del sistema de iluminación, conectando 28 ramales de dos paneles en serie.

$$CND_w = (71.74 \text{ KWh}) (1000) / (0.7)$$

$$\mathbf{CND_w = 102485 \text{ W}}$$

$$CND_a = (102485 \text{ W}) / (24 \text{ V})$$

$$\mathbf{CND_a = 4270 \text{ Amp}}$$

Los acumuladores que deben ser utilizados para suplir la demanda de energía eléctrica en el sistema de iluminación del edificio de Medicina. Se presenta el cálculo del regulador a utilizar.

$$I_{\text{entrada}} = (1.25) (56) (8.37 \text{ amp})$$

$$\mathbf{I_{\text{entrada}} = 585.9 \text{ amp}}$$

$$I_{\text{salida}} = (1.25) (17820 \text{ W}) / (24 \text{ V})$$

$$\mathbf{I_{\text{salida}} = 928.1 \text{ amp}}$$

Los cálculos realizados para saber el valor de la potencia que debe poseer el regulador de voltaje a instalar en el sistema de generación fotovoltaico es grande, y de igual manera que el edificio de Usos Múltiples se propone que de ser posible sectorizar los circuitos de iluminación de los dos niveles de este edificio. A continuación se presenta el cálculo del regulador que sería necesario instalar en el edificio de Medicina.

$$P_{\text{inv}} = (1.2) (17.82 \text{ KW})$$

$$\mathbf{P_{\text{inv}} = 21.38 \text{ KW}}$$

Por tratarse de grandes cantidades de carga instalada se eleva en mucho la cantidad de amperios que manejaría por parte del sistema de generación teniendo así que la potencia debe ser grande donde se trata de KW's por lo que es necesario que el análisis en el estudio sea enfocado a la sectorización de circuitos de iluminación.

Con la implementación de este sistema podría generarse que un total de 71.74 KWh ya no estarían siendo consumidos desde la red.

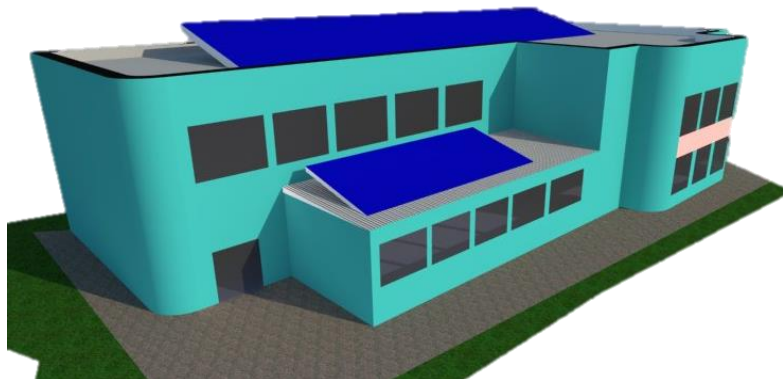


Figura 3. Edificio de Medicina con paneles solares

- **Instalación de Paneles:** Los paneles fotovoltaicos deberían ser instalados en la parte superior del edificio de modo tal que no se tengan obstrucción de la incidencia de la irradiación solar. Y otros de estos pueden ser instalado sobre el techo de las aulas del nivel 1 de Medicina así como se muestra en la figura.
- **Punto de conexión:** El punto propuesto donde podría ser empalmado la salida del sistema fotovoltaico es directamente a los breakers de protección que controla los circuitos de iluminación, donde en la caja principal de este edificio se tienen dos donde cada uno le corresponde a un nivel. Aunque si el estudio refleja que es necesario realizar un seccionamiento de los circuitos de iluminación, y buscar nuevos puntos de empalme, por lo que se tendría que cablear una red anexa hasta dichos puntos por lo que es aquí donde erradica la importancia del estudio del cableado del edificio.
- **Instalación de acumulador, regulador e inversor:** Con respecto a la instalación del o los reguladores e inversores se propone que estén instalados en una caseta fuera del edificio ya que se cree que no se tiene el espacio suficiente en el cuarto donde está situada la caja principal, y de modo subterráneo realizar el cableado al interior del edificio.

La finalidad de esta propuesta es hacer eco en que es posible aportar un grano de arena a este más de posibilidades que se pueden generar por medio de la decisión de querer hacer algo diferente sin importar que se crea ser algo difícil de realizar, uno de los recursos más grandes que la Facultad posee es el gran cumulo de conocimientos y talentos que alumnos poseen y que es necesario que se aproveche. Soñar con ser una institución avanzada en el tema energético cada día puede verse más cerca, con cada idea aportada, de ser realizado este proyecto podría tenerse el 100% de consumo de iluminación de los edificio que no sería marcado teniendo una disminución en pagos de factura del servicio número 2.

Eliminación de un servicio de energía eléctrica

Otra recomendación de mejora anexa a la culminación del plan de ahorro energético hace referencia a la eliminación de uno de los dos servicios que actualmente la UES-FMOcc tiene contratados, en este caso el servicio número uno (servicio residencial), encargado de abastecer energéticamente el instituto de estudio del agua, los talleres de mantenimiento e industrial y toda el área de cafetería, considerando que el pago de un kilowatts-hora del servicio residencial es de mayor costo que el servicio de media tensión siendo el primer servicio el indicado para dicha eliminación.

Con este cambio o modificación se tendrá una reducción en ciertos cargos monetarios que la UES-FMOcc tiene que desembolsar mensual o anualmente, los cargos a eliminar o reducir son los siguientes:

- Cargo por comercialización: se eliminara el cobro fijo variable que la universidad paga anualmente a la empresa abastecedora AES-CLESA.
- Cargo por distribución: anulando el servicio uno, la universidad ya no tendrá que pagar por el envío de energía eléctrica desde su generación hasta su uso final.
- Impuesto (IVA): con esta modificación se reduciría el costo del porcentaje (13%) pagado por los componentes tarifarios.

Este cambio de mejora consiste en tomar una de las tres líneas que el banco de transformadores más cercano (banco de transformadores del edificio de usos múltiples) posee con menor carga eléctrica, y poder hacer un adapte de forma cableada entre esa línea y el transformador que actualmente posee el servicio número uno ubicado a un costado del instituto del agua. Para llevar a cabo esa modificación es necesario realizar un estudio en donde se pueda determinar la línea que menor carga y menor consumo energético brinda para poder tomarla como referencia para dicha modificación con el objetivo de evitar que se genere un desbalanceo de carga lineal.