

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA



Modelado Energético de las Instalaciones Administrativas de La Geo, Santa Tecla.

PRESENTADO POR:

GERSON JOEL ÁLVAREZ MARTÍNEZ

JOSÉ ROBERTO ZELADA RAMÍREZ

OSWALDO ALONSO GUZMÁN VILLALOBOS

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. JOSÉ WILBER CALDERON URRUTIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**Modelado Energético de las Instalaciones
Administrativas de La Geo, Santa Tecla.**

Presentado por :

GERSON JOEL ÁLVAREZ MARTÍNEZ

JOSÉ ROBERTO ZELADA RAMÍREZ

OSWALDO ALONSO GUZMÁN VILLALOBOS

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Ing. Carlos Osmín Pocasangre Jiménez

San Salvador, marzo 2014

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Ing. Carlos Osmín Pocasangre Jiménez

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 7 de marzo de 2014, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 4:00 horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. José Wilber Calderón Urrutia
Director

Firma:
Wilber Calderón

2. Ing. Salvador de Jesús German
Secretario

Firma:
[Signature]



Y, con el Honorable Tribunal Evaluador integrado por las personas siguientes:

1- Ing. Carlos Osmín Pocasangre Jiménez

2- Ing. Armando Martínez Calderón

3- Ing. José Miguel Hernández

Firma:
[Signature]
[Signature]
[Signature]

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

Modelado Energético de las Instalaciones Administrativas de La Geo, Santa Tecla.

A cargo de los Bachilleres:

- Gerson Joel Álvarez Martínez
- Oswaldo Alonso Guzmán Villalobos
- José Roberto Zelada Ramírez

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final, de: 8.5

(Ocho punto cinco -)

AGRADECIMIENTOS

A dios todo poderoso por haberme acompañado en todo el trascurso de estudiante de esta maravillosa carrera, por permitirme vivir y compartir muchas experiencias de aprendizaje como estudiante, por darme las fuerzas en los momentos más difíciles, y por bendecirme con la amistad de muchos compañeros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, el cual aprendí muchísimo de cada uno de ellos, así como también por permitirme concluir con este trabajo, con el cual he aprendido mucho como ser humano y como futuro profesional.

A mis padres Francisco Álvarez, Ana Guadalupe Martínez por ser clave fundamental en mi desarrollo como persona y como futuro profesional por su apoyo incondicional en cada uno de los momentos más difícil y que fueron motivo de inspiración para este proyecto.

A mis hermanos Godofredo Antonio Álvarez, Josué Daniel Álvarez, Héctor Francisco Álvarez, que también de una u otra forma contribuyeron a este logro, por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

AL Ing. Carlos Osmín Pocasangre por servir como enlace de referencia para poder hacer pasantías en las oficinas administrativas de LaGeo.

A LaGeo por darnos el honor y la oportunidad de hacer pasantías durante tres meses en sus instalaciones administrativas, y por permitirnos desarrollar la tesis en esta gran empresa generadora del país.

La Ing. Ana Silvia de Arévalo (coordinadora de la unidad ambiental de LaGeo) por su amistad, consejos y enseñanzas compartidos el cual me ayudaron a mejorar aspectos a nivel humano como profesional.

El Ing. Álvaro Flamenco y al Ing. Tel Aviv Medrano, por sus aportes, enseñanzas, y consejos profesionales que me permitieron mejorar y reforzar otras áreas del conocimiento.

Al personal de las instalaciones administrativas de LaGeo ya que en muchas veces les interrumpimos sus labores de trabajo.

A mis compañeros de tesis por darme la oportunidad de trabajar con ellos, y por su esfuerzo y dedicación en este proyecto.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica que ayudaron a mi formación como profesional y como ser humano.

A todos mis amigos de la universidad en general.

Gerson Joel Álvarez Martínez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al creador por darme la fortaleza y el coraje de realizar poder incursionar junto a mis compañeros de tesis, en el desarrollo de este trabajo y poder afrontar las dificultades presentadas, y cómo afrontarlas.

A mis padres, María Villalobos, Lucas Daniel Guzmán Argumedo, a mi abuela Isabel Antonia Argumedo de Guzmán por haberme apoyado en el transcurso de toda mi educación, habiendo incursionado junto con mi persona en este largo camino, y al mismo tiempo por ser parte esencial para la culminación de este importante logro, con lo cual forman parte del mismo.

A mis compañeros, por haber confiado e incluirme en el desarrollo de este importante trabajo.

Al Ing. Carlos Osmín Pocasangre Jiménez, por habernos dado la oportunidad de realizar este importante estudio, y por haber servido como enlace en la realización de este trabajo en LaGeo.

A la Administración de LaGeo, por haber permitido desde un primer momento y no dudar en la incorporación del grupo de trabajo a las instalaciones, para realizar el presente trabajo de graduación, y por la amabilidad de tener la plena confianza en el grupo de trabajo.

A la Ing. Ana Silvia de Arévalo, por haber recibido desde el primer día al grupo de trabajo, y por todo el apoyo que brindó en cuanto al acceso de la información necesaria para la realización del estudio, por las sugerencias brindadas y por todos los aportes dados.

Al ing. Álvaro Flamenco por haber proporcionado información valiosa para la realización de este estudio, con lo cual fue una contribución esencial, y por sus múltiples aportes realizados.

A ing. Tel-Aviv Medrano, por haber dado instrucciones en el manejo del analizador de red FLUKE 435-serie II [13], con lo cual fue un gran aporte, ya que en el estudio realizado fue de vital importancia el saber emplear dicho instrumento.

A la Arquitecta Karina de Mendoza, por haber proporcionado planos arquitectónicos de las instalaciones del Edificio Administrativo para la realización del modelo base.

A todo el personal que labora en las instalaciones del Edificio Administrativo de LaGeo general, ya que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este estudio, proporcionando información referente al edificio.

Y a todas las personas que de cualquier forma fueron partícipes en la formación como profesional y que han contribuido con sus conocimientos.

Oswaldo Alonso Guzmán Villalobos

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios primeramente por lograr culminar esta carrera universitaria. Este triunfo lo rindo a sus pies he llegado al final porque Él ha así lo ha permitido, gracias por permitirme honrar a mis padres con este triunfo.

A mi mamá Paz Ramírez por su incondicional apoyo por haber confiado en mí que podía lograr este sueño, le agradezco sus oraciones que fueron de vital ayuda en cada parcial, y sé que Dios mando sabiduría para poder resolverlos, le agradezco sus consejos todo lo que invirtió en mi para lograr este triunfo, le agradezco por instruirme en el camino de Dios que es el mejor camino, la honro por todo lo que se ha sacrificado y ser de mucho apoyo en mi vida.

A mi Papá Héctor Rubén Zelada por su apoyo por darme ánimos, gracias por sus oraciones, por sus valiosos consejos, enseñarme a ver lo importante que es ser paciente en todo, y poner mi confianza en Dios no perder la fe, gracias por lo que invirtió en mí y ayudarme a lograr cumplir este sueño, por ser un padre en el cual mi carácter y todo lo que poseo ha sido porque ha estado conmigo dándome consejos, enseñándome valores espirituales, lo honro por brindarme su amor y apoyo y lograr este triunfo.

A mi hermano Carlos Zelada por su apoyo en muchas áreas, por darme ánimos y sus por sus consejos.

A mi hermano Oscar Arbués, quien con su ejemplo me ha demostrado que todo lo que me proponga lo puedo lograr gracias por sus consejos han sido muy valiosos para lograr este sueño.

A mi hermano Marvin Arbués quien siempre me ha brindado su ayuda en los momentos que yo he necesitado una palabra ha estado, por brindarme con su ejemplo que se puede lograr la meta.

A mis compañeros de estudio que fueron incomparables, con quienes nos desvelamos estudiando realizamos trabajos y fuimos muy unidos, les agradezco porque fueron un valioso apoyo para cumplir este sueño, aprendí mucho de ellos.

A todos los catedráticos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica quienes forjaron todo lo académico que servirá para ser un buen profesional.

A mis compañeros de Tesis quienes fueron un incondicional apoyo para culminar este sueño, con quienes investigamos cada uno aporte por igual y este trabajo no se hubiese realizado si ustedes no hubieran estado ahí dispuestos a trabajar como lo hicieron, sé que otro grupo así no lo hubiese encontrado, les agradezco su esfuerzo sus desveladas, por nunca rendirse y ser perseverantes.

Al Ing. Carlos Pocasangre quien abrió los enlaces para realizar pasantías en LaGeo y por aceptarnos en trabajo de graduación.

Un cordial agradecimiento a LaGeo y al personal que labora en la empresa, por permitirnos entrar a sus instalaciones y realizar este estudio.

A Ing. Ana Silvia de Arévalo quien le agradecemos por aceptarnos y realizar pasantías y luego trabajo de graduación en LaGeo, gracias por sus consejos y sus presentes, y todo el apoyo que nos dio para obtener información para que este estudio culminara.

Al Ing. Álvaro Flamenco por su aporte profesional, sus consejos profesionales, y mostrar nuevas áreas de estudio, le agradezco por proporcionar información que fue vital para este estudio.

Al Ing. Tel Aviv por su aporte profesional en capacitarnos con la programación del Fluke 434 SERIE II [13], por sus consejos que son de mucha ayuda en el ámbito laboral y para culminación con este estudio.

A la Arquitecta Karina de Mendoza, por proporcionar información necesaria para este estudio.

A ASEIAS por su incondicional aporte al prestarnos sus PC's y realizar este trabajo.

A todas las personas que de una u otra manera fueron una pieza importante para culminar este sueño.

José Roberto Zelada Ramírez

ÍNDICE

OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
ALCANCES	5
DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	6
CAPÍTULO I.....	10
1. REFERENCIA TEÓRICA.....	10
1.1 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	12
1.2 AGENTES INVOLUCRADOS EN LA CREACIÓN DE NORMATIVAS.....	15
1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS	16
1.4 AUDITORÍAS ENERGÉTICAS.....	19
1.5 TIPOS DE AUDITORÍA ENERGÉTICAS.....	20
1.6 AUDITORÍA GENERAL.....	21
1.6.1 GRADO DE INVERSIÓN DE AUDITORÍA	22
1.6.2 DATOS A OBTENER EN UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA.....	22
1.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS.....	23
1.8 METODOLOGÍA BÁSICA PARA AUDITORIA ENERGÉTICA.....	24
1.9 METODOLOGÍA GENERAL DE ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	25
CAPÍTULO II.....	32
2. METODOLOGÍA IMPLEMENTADA DE LA LÍNEA BASE.....	32
2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ENTREGA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PARTE DE LA DISTRIBUIDORA DELSUR EN LAGEO.....	32

2.1.2 SUBESTACIONES EN ESTUDIO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.....	33
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS TABLEROS PRINCIPALES DE INTERÉS DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.....	34
2.3 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES RESPECTIVAS DE ENERGÍA Y OTROS. ..	35
2.3.1 INSTALACIÓN DE LOS ANALIZADORES DE RED EN LOS TABLEROS Y SUB-TABLEROS DE INTERÉS.	38
2.4 SOLICITUD DE LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL EDIFICIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS PRE A LA CREACIÓN DEL MODELO 3D DE LA LÍNEA BASE.....	43
2.4.1 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS.....	44
2.4.2 DETERMINACIÓN DE CARGAS TÉRMICAS.....	45
2.4.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	47
2.4.4 LUMINARIAS POR CADA ZONA.....	47
2.4.5 PERSONAL POR ZONA.....	48
2.4.6 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES INTERIORES Y EXTERIORES IDENTIFICADOS EN EL EDIFICIO.	48
2.4.7 CRITERIOS Y ESPECIFICACIÓN DE LOS HORARIOS DE TRABAJO DEL EDIFICIO.	48
CAPÍTULO III.....	50
3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA METODOLOGÍA IMPLEMENTADA.	50
3.1 RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE CARGA EN LOS TABLEROS Y SUB-TABLEROS MEDIDOS EN LAGEO.	50
LUMINARIAS Y EQUIPO DE OFICINA EN SUB-TABLERO ST-1A.	50
EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DEL SUB-TABLERO AA3.....	57
MEDICIÓN DE CARGAS DEL SUB-TABLERO UPS Y SERVIDORES.	60
MEDICIÓN TOTAL DE LUMINARIAS Y EQUIPO DE OFICINA DEL TABLERO GENERAL.	62

MEDICIÓN TOTAL DE AIRES ACONDICIONADOS DEL TABLERO GENERAL	65
3.2 RESULTADOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO DE DATOS PRE A LA CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	67
RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.2, GANANCIAS INTERNAS PARA CADA ZONA DEFINIDA.....	68
RESULTADO PARA LA SECCIÓN 2.4.3 EQUIPO ELÉCTRICO.	69
RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.4 LUMINARIAS POR CADA ZONA	71
RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.5 PERSONAL POR ZONA.....	74
RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.6 MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN.	75
RESUMEN DE EQUIPOS, LUMINARIAS Y AIRES ACONDICIONADOS DEL EDIFICIO. ...	80
CAPÍTULO IV.....	81
4. FACTURACIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO LAGEO S.A DE C.V	81
4.1 FACTURACIÓN ENERGÉTICA.	81
4.2 DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE LA CARGA EN ESTUDIO MÁS REPRESENTATIVA DE LAS INSTALACIONES ADMINISTRATIVAS DE LAGEO SA DE CV.....	87
CAPÍTULO V.....	89
5. CREACIÓN DEL MODELO 3D EN SKETCHUP DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO LAGEO	89
5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS TÉRMICAS.	89
5.2 UNIFICACIÓN DE LAS ZONAS TÉRMICAS DEL MODELO 3D DE LAGEO	93
CAPÍTULO VI.....	96
6. PROCESO DE SIMULACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO 3D LÍNEA BASE DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO LA GEO S.A DE C.V.....	96
6.1 ETAPAS DEL PROCESO DE SIMULACIÓN.	96

6.2 RESULTADOS GLOBALES SIMULADOS Y MEDIDOS DE LA DEMANDA EN UNA SEMANA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.....	101
6.3 RESULTADOS SECCIONADOS POR TIPO DE CARGA SIMULADOS Y MEDIDOS EN EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.....	104
6.4 TABLAS OBTENIDAS DE LA SIMULACIÓN.....	114
CÁLCULO DE ERROR.....	117
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES.	120
BIBLIOGRAFIA	121
ANEXOS.....	123
ANEXO 1. PLANOS ARQUITECTONICOS DEL EDIFICIO.	123
ANEXO 2. PLIEGO TARIFARIO.....	125
ANEXO 3. DIAGRAMA UNIFILAR DEL PUNTO DE ENTREGA #1 DEL SUR (SUBESTACION EN ESTUDIO DE 225KVA PARALUCES Y EQUIPOS DE OFICINA).	130
ANEXO 4. DIAGRAMA UNIFILAR DEL PUNTO DE ENTREGA #2 DE DEL SUR (SUBESTACION DE A/C).....	131
ANEXO 5. DATOS METEREOLÓGICOS DE LaGeo SANTA TECLA [12].	135
ANEXO 6. TEMPERATURA DE TERMOTASTO EN EL EDIFICIO.	136
ANEXO 7. MASA INTERNA DEL EDIFICIO.	136
ANEXO 8. TIPOS DE PERSIANAS INSTALADAS EN EL EDIFICIO.....	136

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA NO UTILIZACIÓN DE LA EE	18
FIGURA 2 ESTRATEGIAS PARA SU UTILIZACIÓN Y EL IMPACTO GENERADO	18
FIGURA 3 DIAGRAMA DE BLOQUES QUE REPRESENTA UNA METODOLOGÍA A SEGUIR EN AUDITORIA ENERGÉTICA	27
FIGURA 4 ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN EDIFICIO.	30
FIGURA 5 PROGRAMA ENERGYPLUS Y SUS COMPLEMENTOS	31
FIGURA 6 SUBESTACION DE 225 KVA DE LUCES Y TOMAS GENERAL DE LAGEO	33
FIGURA 7 SUBESTACION DE 300 KVA PARA AIRES ACONDICIONADOS DE LAGEO	33
FIGURA 8 TABLERO GENERAL DE LUCES Y TOMAS.....	38
FIGURA 9 ESPECIFICACIONES DE LA CARGA DE LOS DIFERENTES SUB-TABLEROS.	39
FIGURA 10 TABLERO GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.	40
FIGURA 11 UBICACION DE SUBTABLEROS DE AIRES ACONDICIONADOS.....	41
FIGURA 12 DESCRIPCION DE SUBTABLERO AA3.....	41
FIGURA 13 TABLEROS DE AA RESTANTES.....	42
FIGURA 14 CARGAS INTERNAS Y EXTERNAS DE UN EDIFICIO.	46
FIGURA 15 DESCRIPCION DE CARGA MEDIDA EN ST-1A	50
FIGURA 16 DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE AA DE LA GEO	55
FIGURA 17 DESCRIPCION DE CARGA DEL TABLERO AA3	58
FIGURA 18 GRUPO 1 DE LAS ZONAS TERMICAS DE LAGEO	90
FIGURA 19 GRUPO 2 DE LAS ZONAS TERMICAS DE LAGEO	91
FIGURA 20 GRUPO 3 DE LAS ZONAS TERMICAS DE LAGEO	92
FIGURA 21 VISTAS DESDE DIFERENTES ÁNGULOS DE PERSPECTIVAS.....	93
FIGURA 22 VISTAS DESDE DIFERENTES ÁNGULOS DE PERSPECTIVAS (CONTINUACIÓN). ...	94
FIGURA 23 VISTA FRONTAL DEL MODELO DEL EDIFICIO DE LAGEO	95
FIGURA 24. INSTALACIONES DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO LaGeo SANTA TECLA	95
FIGURA 25 INICIO DE EP-LAUCH.....	96

FIGURA 26 INTRODUCCION DE LOS ARCHIVOS IDF, Y DEL CLIMA	97
FIGURA 27 ETAPA 1 DEL PROCESO DE LA SIMULACION	98
FIGURA 28 ETAPA 2 DEL PROCESO DE LA SIMULACION.....	99
FIGURA 29 ARCHIVOS DE SALIDA CON DIFERENTES FORMATOS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 TABLEROS ALIMENTADOS POR SUBESTACION DE 225 KVA.....	34
TABLA 2 TABLEROS ALIMENTADOS POR LA SUBESTACION DE 300 KVA.....	34
TABLA 3 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES DE ENERGIA Y OTROS	37
TABLA 4 NÚMERO DE AIRES ACONDICIONADOS DEL SUBTABLERO AA-3	42
TABLA 5 DEFINICION DE LAS ZONAS TERMICAS DEL NIVEL 1	44
TABLA 6 DEFINICION DE LAS ZONAS TERMICAS DEL NIVEL 2	44
TABLA 7. TEMPERATURAS POR ZONAS	45
TABLA 8.ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA MEDICION DEL TABLERO ST-1A	52
TABLA 9. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA MEDICION DEL TABLERO ST-2.	54
TABLA 10. TIPO CARGA MEDIDA EN SUB-TABLERO AA1.....	54
TABLA 11. TABLA ESPECIFICACIÓN DE LOS DATOS DE UN SISTEMA DE A/C TIPO YORK	55
TABLA 12. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA DEL SUB-TABLERO AA1.	57
TABLA 13. DESCRIPCIÓN DE LA CARGA MEDIDA EN SUB-TABLERO AA3.	58
TABLA 14. ZONAS DE COBERTURA DEL SUB-TABLERO AA3	58
TABLA 15. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA TABLERO AA3	60
TABLA 16. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA EQUIPO INFORMATICO.....	62
TABLA 17. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA TABLERO GENERAL DELUCES Y TOMAS.	64
TABLA 18 DESCRIPCIÓN DE LA CARGA MEDIDA.....	65
TABLA 19.DESCRIPCIÓN DE LA CARGA Y SUB TABLEROS PARA SUBESTACIÓN DE 300 KVA.	65

TABLA 20. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA EL TABLERO GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS.....	67
TABLA 21. GANANCIAS INTERNAS QUE SE ENCUENTRAN DE NIVEL 1 Y 2 DELAGEO.....	68
TABLA 22. EQUIPO ELÉCTRICO POR ZONAS CORRESPONDIENTE AL PRIMER NIVEL.....	69
TABLA 23. EQUIPO ELÉCTRICO POR ZONAS CORRESPONDIENTE AL SEGUNDO NIVEL.....	70
TABLA 24. NÚMERO DE LUMINARIAS POR ZONA DEFINIDA.....	72
TABLA 25. NÚMERO DE REFLECTORES EXTERIORES Y SU POTENCIA.....	72
TABLA 26. TIPOS DE LUMINARIAS EXISTENTES EN EL EDIFICIO.....	73
TABLA 27. PERSONAL NIVEL 1	74
TABLA 28. PERSONAL NIVEL 2	74
TABLA 29 MATERIALES UTILIZADOS EN EL MODELO	75
TABLA 30 MATERIALES NOMASS UTILIZADOS EN EL MODELO	76
TABLA 31 MATERIAL PARA LAS VENTANAS Y PUERTAS DE VIDRIO	77
TABLA 32 CONSTRUCCIONES DE LAS CAPAS PARA CADA MATERIAL.....	78
TABLA 33 CONSTRUCCION DE LAS CAPAS PARA CADA MATERIAL	79
TABLA 34 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS	80
TABLA 35 ACOMETIDAS DISPONIBLES EN LAS INSTALACIONES DE LA GEO	82
TABLA 36 FACTURACIÓN MENSUAL.....	84
TABLA 37. DEMANDA ENERGETICA MENSUAL DEL EDIFICO ADMINISTRATIVO DE LAGEO	87
TABLA 38 NOMBRE DE LAS ZONAS CREADAS EN EL MODELO 3D DE LAGEO	89
TABLA 39 INDICADOR DE ENERGIA POR ZONAS, SIMULADO.....	114
TABLA 40 INDICADORES DE ENERGIA POR ZONAS, SIMULADO (CONTINUACION).....	115
TABLA 41 DIMENSIONAMIENTO DE LOS HVAC POR ZONAS (COOLING COILS), SIMULADO	116
TABLA 42 DIMENSIONAMIENTO DE LOS HVAC POR ZONAS (FAN MOTOR), SIMULADO ..	117

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRAFICO 1 EMISIONES DE CO2 PARA EL SALVADOR [14]	13
GRAFICO 2 CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA [14]	14
GRAFICO 3 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO ST-1A	51
GRAFICO 4 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO ST-2.....	53
GRAFICO 5 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO AA1	56
GRAFICO 6 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO AA3	59
GRAFICO 7 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO EQUIPO INFORMATICO	61
GRAFICO 8 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO GENERAL DE LUCES Y TOMAS	63
GRAFICO 9 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS.....	66
GRAFICO 10 CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL, CORRESPONDIENTE AL AÑO 2013	83
GRAFICO 11 DEMANDA DEL EDIFICIO, LUCES, AA, UPS, Y TOTALES PARA UNA SEMANA DE MEDICION.....	86
GRAFICO 12 PORCENTAJE DE LA DEMANDA TOTAL SECCIONÁNDOLA EN TRES ÁREAS.....	87
GRAFICO 13. PORCENTAJES DE LOS AA, COMPARACIÓN ZONAS EMBLEMÁTICAS.	88
GRAFICO 14 DEMANDA DE AIRES ACONDICIONADOS SIMULADOS VRS MEDIDOS.....	101
GRAFICO 15 DEMANDA TOTAL SIMULADOS VRS MEDIDA.....	102
GRAFICO 16 DEMANDA TOTAL DE AIRESACONDICIONADOS SIMULADO VRS MEDIDO EN LAGEO EN UNA SEMANA.....	103
GRAFICO 17 % DEL CONSUMO DE LUMINARIAS POR ZONAS, SIMULADO.....	104
GRAFICO 18 DEMANDA EN kWh DE LUMINARIAS POR ZONAS, SIMULADO.....	105
GRAFICO 19 % DEL CONSUMO DE AIRES ACONDICIONADOS POR ZONAS, SIMULADO. .	106
GRAFICO 20 DEMANDA EN kWh DE HVAC POR ZONAS, SIMULADO.	107
GRAFICO 21 % DEL CONSUMO EN EQUIPO ELECTRICO POR ZONAS, SIMULADO.....	108
GRAFICO 22 DEMANDA EN kWh DE EQUIPO ELECTRICO POR ZONAS, SIMULADO.	109
GRAFICO 23 DEMANDA TOTAL EN kWh MENSUAL POR ZONAS, SIMULADO.	110
GRAFICO 24 % DEL CONSUMO TOTAL MENSUAL POR TIPO DE CARGA, SIMULADO.....	111

GRAFICO 25 % DE ENERGIA RADIADA POR PERSONAS EN CADA ZONA AL MES, SIMULADO.	112
GRAFICO 26 ENERGIA RADIADA POR PERSONA EN CADA ZONA, SIMULADO.	113

INTRODUCCIÓN.

Ante el constante dinamismo del ser humano, éste tiende a incurrir en una mayor utilización de energía, lo cual se ha observado en los últimos años un incremento en la matriz energética, esto es debido a que no se cuenta en muchas ocasiones con buenas prácticas de ahorro, aunque en el último siglo, se han dado importantes avances tecnológicos en cuanto a mejores equipos, siendo éstos más eficientes que los pasados, dando así una disminución en el consumo energético, pero ya que se cuentan con malas prácticas de ahorro, conllevan a un gran consumo aunque los equipos sean eficientes, el mayor problema se da en el acondicionamiento del lugar y en las luminarias.

El problema de la crisis energética no es un problema regional, como se menciona en el presente documento, sino a nivel global, pero se pone un importante énfasis con lo referente a nivel regional y más específicamente a nivel de país, actualmente en El Salvador esto se ha convertido en un desafío para la Administración Central, ya que ante la crisis energética las generadoras de electricidad han incrementado su producción en los últimos años, como se muestra en el documento en el capítulo I (referencia teórica), según datos del banco mundial, en el último año se ha experimentado una baja en cuanto al consumo de energía por persona.

Ante la preocupación que experimentan los gobiernos ante la crisis energética, se describe de forma breve la estructuración del presente trabajo.

Básicamente comprende la modelación del Edificio Administrativo de LaGeo, S.A DE C.V, ubicado en Santa Tecla, el cual consiste en crear un modelo 3D del Edificio en estudio, es decir crear una línea base (del edificio), la cual servirá para poder predecir el perfil de demanda del mismo en un determinado momento o periodo deseado.

El estudio se divide en varios bloques los cuales van desde la recolección de datos, hasta la simulación del edificio y el análisis de los perfiles de demanda que se obtiene tanto medidos con analizadores de red [13], [15] y de los obtenidos a partir de la simulación, además de lo anterior, se propone una serie de recomendaciones en cuanto a las

condiciones actuales del edificio, que van desde no modificar la estructura del edificio, es decir crear hábitos de ahorro, hasta la implementación de medidas que conllevan a una reestructuración completa, tanto para equipos como para climatizadores del lugar y en otros casos cambios de luminarias.

No se debe confundir que un bloque se refiere a un capítulo del documento, el primer bloque consiste en la implementación del modelo y su respectiva simulación, y el segundo bloque el análisis de los resultados obtenidos y la mención de posibles mejoras aunque no es el objetivo de este trabajo, ya que solo se enfoca el modelado de la línea base del edificio en estudio, con el fin de poder proyectar perfiles de carga del mismo y así mismo poder observar cómo se comporta al realizar una modificación y cómo influye en el comportamiento energético y en concreto en la eficiencia del edificio, en cuanto al consumo de energía.

En el primer bloque se caracteriza el edificio, en cuanto a la envolvente del mismo, es decir se hace una toma de las características de paredes, ventanas, puertas, y todo aquello que sea de vital importancia, a la hora de crear el modelo, en cuanto a los materiales que compone cada elemento de la envolvente. Ya caracterizado el edificio, se procede a identificar los diferentes puntos de medición eléctrica, colocando el analizador de red [13] y el analizador de potencia [15] y recolectando datos por un determinado período.

Una vez implementado el modelo 3D, se procede a crear entradas de datos como lo es personal, luminarias, equipos electrónicos, etc., la creación de horarios de ocupación tanto de personas como de los diferentes equipos utilizados, de los aires acondicionados etc.

Una vez completado lo anterior, se procede a la implementación del modelo energético, el cual se logra por medio del software SketchUp [1], auxiliándose del plug-in OpenStudio [6], el cual se encarga de traducir el modelo 3D al formato usado por el software de simulación, EnergyPlus [5].

Con el modelo energético del edificio implementado se procede a la simulación, con lo cual se analiza los diferentes perfiles de carga que se obtienen del edificio, donde se analiza por zonas y todo el edificio.

Con los datos obtenidos en el apartado anterior, se procede a comparar con los datos obtenido de los analizados de red instalados en los subtableros, con esto se pretende calibrar el modelo para poder obtener resultados aceptables en simulaciones futuras, donde involucre periodos diferentes.

Se analiza el consumo como se mencionó anteriormente por zonas y el correspondiente a la demanda total, con el fin de identificar la zona más emblemática del edificio, y por lo tanto proceder a identificarla.

Cabe mencionar que en la identificación de las zonas se complementa con el análisis, separando consumos de luminarias, equipos electrónicos, AA, etc., con el fin de identificar los posibles motivos del exceso de consumo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

1. Realizar un modelo energético de las instalaciones Administrativas de La GEO, mediante el software de simulación de distribución libre, para determinar la línea base y así predecir la facturación eléctrica.

OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Realizar un levantamiento de todas las cargas que contribuyan al consumo del Edificio Administrativo de La GEO, para determinar los rubros energéticos más importantes, tales como luminarias, equipo informático y aires acondicionados en las siguientes áreas: Reservoirios y Medio Ambiente, Gerencia Administrativa Financiera, Informática y Servidores, Recursos Humanos, Centro de Documentación, Comunicaciones y Producción, Ingeniería de Proyectos, Presidencia y Comercialización, Cafetería, cuarto de tableros de aires acondicionados y caracterización de subestaciones.
2. Utilizar software de simulación de distribución libre EnergyPlus [5] para realizar un modelo base para el edificio en estudio.
3. Realizar mediciones de carga del edificio, haciendo uso de analizadores de energía [13], los datos obtenidos serán utilizados en la calibración del modelo por software del edificio.

ALCANCES

El siguiente trabajo de investigación tiene las siguientes metas:

- La obtención del perfil de demanda de la instalación, mediante la utilización de un medidor de energía, que será colocado en los tableros principales.
- La construcción de un modelo 3D del Edificio Administrativo de La GEO, con la ayuda de planos arquitectónicos y el personal del área de desarrollo físico que labora en las instalaciones.
- El levantamiento detallado de masas internas (mesas, paredes, puertas, ventanas, etc.), equipo informático, luminaria, aires acondicionados, personal que labora, horarios, mediciones de Temperaturas. Cuyo fin es nutrir por medio de tablas al modelo 3D del edificio.
- La realización del modelo termodinámico del Edificio Administrativo, que dará como resultado el perfil de demanda, en un periodo seleccionado. Este se puede seleccionar a discreción, en base a las necesidades, como el perfil de demanda mensual, el cual refleja la facturación de la compañía distribuidora de energía eléctrica.
- Se pretende usar la simulación energética del edificio en estudio, con el propósito de crear una línea base y predecir el comportamiento energético y el impacto que una modificación estructural o de hábitos haría en la facturación eléctrica.

DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

DEFINICIONES

ASHRAE: Sociedad Americana de Ingeniería para Aire Acondicionamiento, Calefacción y Refrigeración, ASHRAE. Se organiza la Sociedad con el propósito de buscar avances en las ciencias y artes de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración, para el beneficio del público a través de la investigación, escritura de las normas, educación continua y publicaciones.

AUDITORÍA ENERGÉTICA: Es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.

CALOR: La cantidad de energía térmica que un cuerpo pierde o gana en contacto con otro a diferente temperatura recibe el nombre de calor. El calor constituye, por tanto, una medida de la energía térmica puesta en juego en los fenómenos caloríficos.

CÁMARA AISLANTE: Espacio considerado como adiabático para ayudar a reducir la transferencia de calor de áreas de altas temperaturas a áreas de bajas temperaturas.

CARGA TÉRMICA: También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano).

CARGAS INTERNAS: Son consideradas como ganancias de calor desde la iluminación, equipo eléctrico y personas.

CLIMATIZACIÓN: Consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

COEFICIENTE DE DESEMPEÑO (COP): Se calcula como la relación de la capacidad de enfriamiento en Watts entre la potencia eléctrica de entrada o consumida en Watts y es igual a $EER/3.412$ ó $EER \times 0.2931$.

CONFORT TÉRMICO: Es la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Es decir, el bienestar térmico del hombre en la situación bajo la cual este expresa satisfacción con el medio ambiente que lo rodea, tomando en cuenta no solamente la temperatura y la humedad propiamente dichas, sino también el movimiento del aire y la temperatura radiante.

EER (RELACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA): La relación de la capacidad de enfriamiento de la red en BTU/h con la potencia eléctrica de entrada o consumida en watts bajo condiciones de operación de diseño.

EFICIENCIA: Funcionamiento en las condiciones nominales especificadas en los datos de placa.

EFICIENCIA ENERGÉTICA: Es la capacidad para usar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos.

ILUMINANCIA (E): Es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Se mide en [Lux], de manera que $[1\text{Lux} = 1 \text{Lumen}/\text{m}^2]$.

LUMINARIA: Aparato destinado a contener las lámparas y equipos auxiliares, protegido de los agentes exteriores, conseguir un adecuado funcionamiento de los mismos, una distribución luminosa que permita un buen rendimiento luminoso para el

nivel de iluminación requerido, así como una buena uniformidad de iluminación. También llamada linterna.

TRAGALUZ: es una ventana situada en el techo o la parte superior de una pared utilizada para proporcionar luz a una habitación.

VENTILACIÓN NATURAL: Es la acción mediante la adecuada ubicación de superficies, pasos o conductos aprovechando las depresiones o sobrepresiones creadas en el edificio por el viento, humedad, sol, convección térmica del aire o cualquier otro fenómeno sin que sea necesario aportar energía al sistema en forma de trabajo mecánico.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AA: Aire Acondicionado

AEI: International Energy Agency (Agencia Internacional de Energía)

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (Sociedad Americana de Ingeniería para Aire Acondicionamiento, Calefacción y Refrigeración)

BTU: British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica)

BTU/h: British Thermal Unit per hour (Unidad Térmica Británica por hora)

CFM: cubic feet per minute (Pie Cúbicos por Minuto)

CNE: Consejo Nacional de Energía

COP: Coefficient of performance (Coeficiente de desempeño)

EE: Eficiencia Energética

EER: Energy Efficiency Ratio (Relación de Eficiencia Energética) HP: HorsePower (Caballos de Fuerza)

HVAC: Heating, Ventilating, and Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)

Hz: Hertz

kW: kilowatt

kWh: kilowatt-hora

kWh/m^2 : Kilowatts-hora por metro cuadrado

kWh/persona: Kilowatts- hora por persona

m: Metros

SHGC: Solar Heat Gains Coefficient (Coeficiente de Ganancia de Calor Solar)

W: watt

US\$-kWh/persona: Costo kilowatts-hora por persona

CAPÍTULO I

1. REFERENCIA TEÓRICA.

¿QUÉ ES EFICIENCIA ENERGÉTICA (EE)?

Más de alguna vez, se ha percatado lo siguiente, que un aparato es más eficiente que otro, pero en función de qué parámetros se basa para afirmar lo anterior, o que un determinado electrodoméstico consume menos energía que otro y realizan la misma función con las mismas prestaciones y en las mismas condiciones de operación.

Pero que es en realidad la eficiencia energética, como se puede interpretar y como dar un concepto valedero del mismo, como surge la necesidad de la eficiencia energética, en que ámbitos es necesario y donde no lo es [2].

Es ahí donde un gran número de autores de libros, revistas, páginas web, etc., que muestran en forma de publicaciones, la manera de mejorar el consumo de energía en viviendas, industrias, edificios en general, adoptan o elaboran el concepto de Eficiencia Energética, que siendo muy distinto en su forma literal presenta en común la idea que tiende a transmitir en establecer estrategias de reducción de consumo energético, es decir que se satisfagan las mismas necesidades, pero con un consumo de energía eléctrica menor, es así como surgen las definiciones de lo que es la Eficiencia Energética, pero en que consiste la eficiencia energética y como se aplica, para el caso se citan algunas de las mismas a continuación:

“La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso...”

Donotakio UdalaAyuntamiento de San Sebastián, España

“La eficiencia energética (EE) es una herramienta que ayuda a reducir el consumo energético de los sistemas eléctricos y térmicos, y a su vez busca optimizar el desempeño de los mismos, evaluando sus parámetros de funcionamiento, sus consumos energéticos, la variación de la carga durante el periodo de trabajo, sus rendimientos, entre otros parámetros específicos de cada equipo.”

Manual Eficiencia Energética para mypes Unidad de Capacitación y Asistencia Técnica en Eficiencia Energética Centro de Producción más limpia de El Salvador

“La eficiencia energética es el uso de la tecnología que requiere menos energía para realizar la misma función. Una bombilla fluorescente compacta que utiliza menos energía que una bombilla incandescente para producir la misma cantidad de luz es un ejemplo de eficiencia energética. Sin embargo, la decisión de sustituir una bombilla incandescente con una fluorescente compacta es un acto de conservación de la energía.”

EIA — U.S. Energy Information Administration. Organismo de estadística y de análisis en el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se entenderá por uso eficiente de la energía todos los cambios que se traducen en la disminución de la cantidad de energía utilizada para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer las necesidades energéticas, manteniendo un determinado nivel de bienestar o productividad; por lo que, incluye cambios tecnológicos, económicos y el comportamiento de la población.

Consejo Nacional de Energía (CNE) [8]

En los párrafos anteriores se da definiciones de la eficiencia energética, desde el punto de vista de varios autores, instituciones gubernamentales y otros, pero ante qué circunstancias, surge la necesidad de llegar a reagrupar los conceptos y conocimientos para poder desarrollar las ideas fundamentales de la eficiencia energética.

Cuando se habla del consumo de energía, no solo se hace referencia a la proveniente

de la electricidad, sino todas las demás formas que se pueden utilizar para realizar un proceso, como lo son los hidrocarburos o combustibles de origen fósil, y no solo por el hecho de que lo consumen sino por la contaminación que genera con la emisión de dióxido de carbono, y el impacto que esto tiene en el medio ambiente y en los seres humanos.

1.1 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ya que el ser humano es dinámico, surge la idea de la importancia del concepto de eficiencia energética, que beneficio trae, como se puede implementar, quienes lo pueden hacer, y donde.

Ante la constante alza con respecto a la demanda energética, surge la necesidad de plantear y buscar una solución a la interrogante anterior. ¿Cómo disminuir la facturación eléctrica en los edificios de carácter público con la entrada en vigencia del decreto 78, por parte de la administración central del Gobierno de El Salvador?

Y debido a que la estructura energética en el país, es dependiente en gran medida de los combustibles fósiles, debido a la generación por parte de las centrales térmicas, por ende conlleva, a problemas de vital importancia como lo es la contaminación del aire, y no solo es un problema a nivel regional, sino a nivel mundial, para el caso se centra en el ámbito nacional para poder disminuir las emisiones de dióxido de carbono, y por ende disminuir el consumo de energía eléctrica en exceso.

A continuación se presenta un gráfico representativo que muestra los índices de emisión de dióxido de carbono, para el caso de tres países centroamericanos, el país en si tiene una emisión de 1.02 metros cúbicos per cápita.

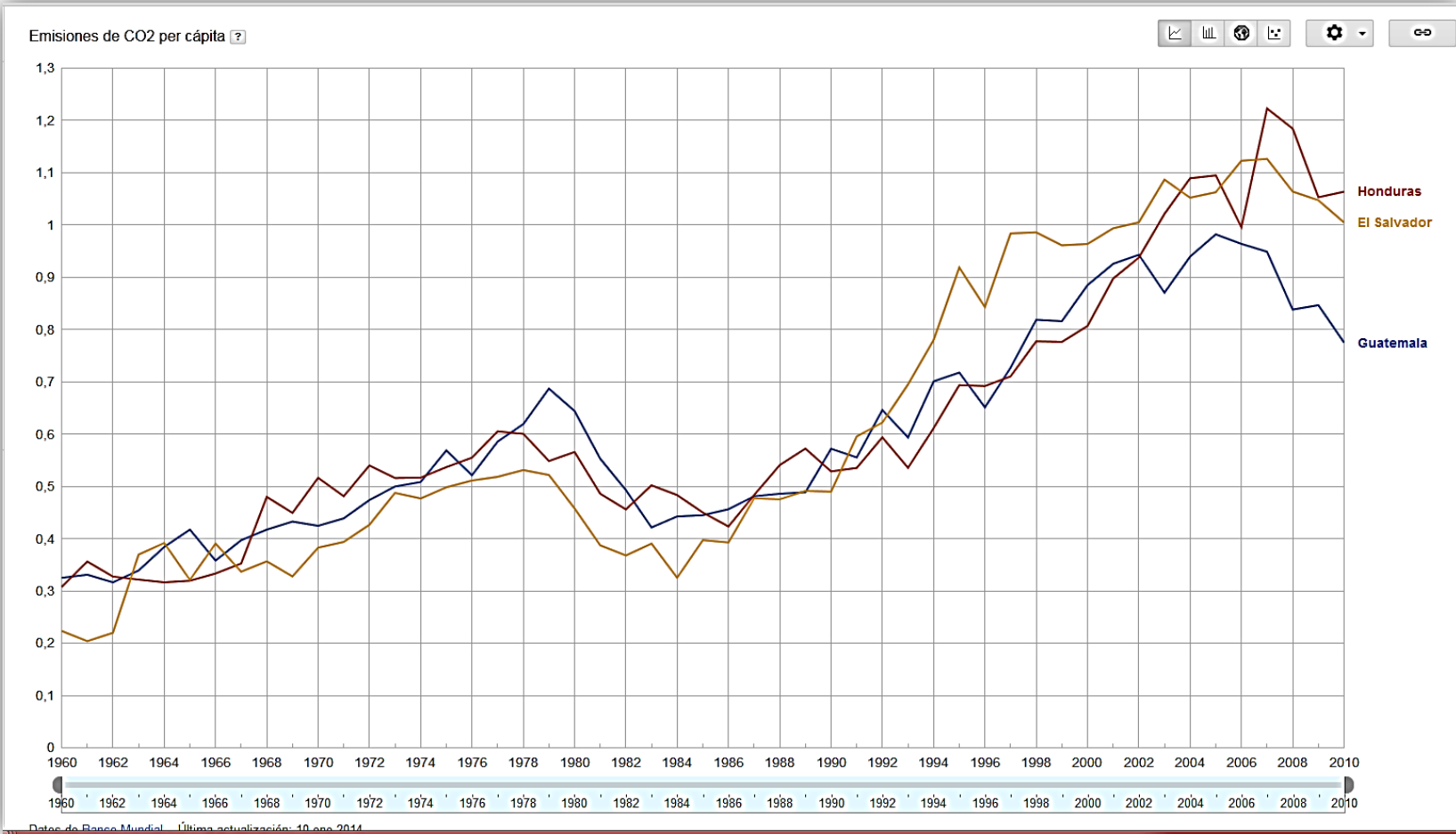


GRAFICO 1 EMISIONES DE CO2 PARA EL SALVADOR [14]

Los datos son tomados del banco mundial, como una fuente confiable, aunque se puede observar que en los últimos años se ha disminuido la emisión del mismo, aunque esto es relativo con el constante cambio y dinamismo del ser humano, ya que en el periodo comprendido entre el 2007 al 2010, se ha mantenido a la baja.

Otro factor importante es el consumo de energía eléctrica, per cápita, al igual que los datos anteriores se han tomado de la base de datos que maneja el banco mundial, los cuales son los siguientes.

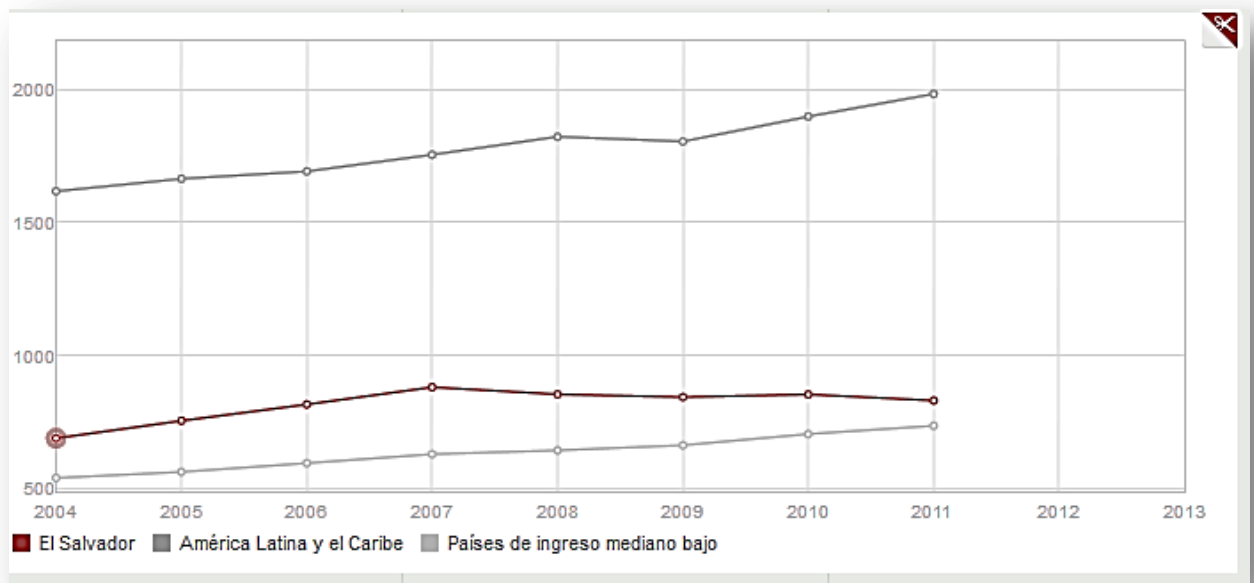


GRAFICO 2 CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA [14]

Del Gráfico 2, se puede analizar que el consumo de energía eléctrica en El Salvador ha mantenido una baja, aunque no muy pronunciada, entre el año 2010 y el 2011, esto puede indicar que si se aplican estrategias de ahorro energético, y no solo en el sector público, sino también en el sector de vivienda popular, ya que es lo que representa en gran medida un problema a solucionar y teniendo en cuenta el sector industrial también.

1.2 AGENTES INVOLUCRADOS EN LA CREACIÓN DE NORMATIVAS

En concordancia a la visión estratégica y lineamientos contemplados en la creación del Consejo Nacional de Energía y cuyos objetivos se remiten a regir y normar la Política Energética Nacional, a fin de incentivar el buen uso y consumo racional de las fuentes de energía, no solo a nivel de electricidad, sino a todas las demás fuentes, como lo es el gas licuado, etc.

Todo lo relacionado con lo anterior se remite, a la Política de Ahorro y Austeridad del Sector Público contemplado en el Decreto Ejecutivo No. 78, Capítulo II, inciso e) Servicios Básicos, que mandata: 2) Hacer uso racional de la energía eléctrica, evitando mantener lámparas encendidas en oficinas o instalaciones con suficiente iluminación natural y apagando aquellas que no estén siendo utilizadas; además, se deberá regular el uso del equipo de alimentación eléctrica como cafeteras, oasis y en especial, los equipos de aire acondicionado en lugares que cuenten con ventilación natural, en horas no laborales y a las temperaturas de funcionamiento razonables, procurando que el consumo y la capacidad contratada del suministro de energía eléctrica sea acorde con la demanda institucional [5].

De acuerdo a datos que el consejo nacional de energía (CNE) proporciona en el sector público, se estima que el 50% de la energía eléctrica es consumida por equipos de Aire Acondicionado, el 28% en Sistemas de Iluminación (principalmente tubos fluorescentes lineales), el 12% en Equipos Informáticos (-incluyendo servidores, y computadoras en general) y un 10% utilizado en Otros Equipos de Oficina y Electrodomésticos.

Según el CNE, la eficiencia energética juega un papel importante para la economía y el bienestar social de todos los sectores del país, uno de los beneficios directos de implementar medidas orientadas al uso eficiente de la energía es la reducción de costos, que en el caso de las familias de escasos recursos, representa un componente importante

en sus gastos, así mismo vuelve más competitivos y rentables a la industria, el comercio y contribuye a la reducción de gastos en el sector público.

Desde el punto de vista ambiental el ahorro de energía, contribuye a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y atenúa los efectos del cambio climático, además el ahorro de energía permite diferir inversiones energéticas, posibilita una oferta más eficiente, y reduce la dependencia de los combustibles fósiles y la presión sobre nuevos proyectos de generación, así mismo se logra una mejor planificación y diversificación de la matriz energética, del país en función, es decir con esto no es necesario incrementar la generación de electricidad.

La adopción de mejores prácticas, actitudes, hábitos y tecnologías más eficientes involucra cambios estructurales basados en la modificación de las conductas individuales mediante programas que contemplen una estrategia cultural, educacional y de difusión, cuyo fin último sea el cambio hacia una cultura de uso eficiente y racional de la energía, según añade el ente que se propone llevar a cabo la regulación del mismo.

1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

Aclarado anteriormente en que consiste el concepto de la Eficiencia Energética, (de aquí en adelante llamada EE), además se mencionó la importancia que ésta tiene, y los resultados que conlleva al efectuar una eficiencia energética inadecuada o en algunos casos la no práctica de la misma, donde el más afectado es el medio ambiente, debido al impacto que éste recibe, debido a las emisiones de dióxido de carbono.

Para que un edificio tenga una eficiencia energética óptima, se debe comprender y analizar cómo funciona éste, para ello mismo, se debe comprender los componentes que contengan las condiciones mínimas de EE a que se le atribuye al edificio desde el momento en que se diseña hasta la operación a la que será aplicado, entonces, el funcionamiento energético de un edificio se expresa en el siguiente párrafo:

"Un edificio es una MÁQUINA TÉRMICA a la cual se le aplica una ENERGÍA (en forma de energía térmica, eléctrica) mediante la transformación de la cual es capaz de realizar un TRABAJO (calefacción, refrigeración, iluminación, ascensores, etc.) y generando a la vez unos residuos"

Dr. Florencio Manteca González, Departamento de Arquitectura Bioclimática de CENER

Dado que cualquier tipo de energía que ingresa al edificio, es utilizada de acuerdo a la aplicación que se requiera internamente en la infraestructura. Para el caso se puede mencionar que cae en diversas atribuciones si se considera el edificio en especial como un edificio del tipo administrativo, la electricidad, tiene muchas formas para poder utilizarlas, por ejemplo para iluminación, para funcionamiento de equipos eléctricos de oficina, para la climatización del lugar en general, etc.; por otro lado el combustible es utilizado para el transporte o plantas de emergencia. En algunos países la energía proveniente del sol es aprovechada para la iluminación, disminuyendo así el uso de luz artificial y enfocándose en la utilización de luz natural. La utilización de equipos eléctricos y la carga térmica de los usuarios incrementan la temperatura interna de la infraestructura, esto da partida a soluciones de climatizar la infraestructura, esto es debido a que las personas tienen un nivel de actividad y es en función del rol que desempeñan, ya que los equipos y luminarias poseen una fracción de radiación, que genera calor.

Por lo general un edificio puede durar entre 50 y 100 años y en algunos casos dependiendo la construcción que éste tenga puede tener una mayor duración. En base a lo anterior surge una interrogante que es sumamente importante reflexionarla y analizarla, ¿por qué no implementar una estrategia desde un inicio en la construcción del edificio para crearlo energéticamente eficiente, y no tratar de implementar las estrategias cuando está construido?

Además hay otro factor importante en cuanto a la climatización de los mismos, si están

bien ventilados, se elimina en un porcentaje satisfactorio el uso de climatizadores, en el caso de ser necesarios, con lo cual se tiene un consumo energético mínimo y por ende resulten atractivos a los consumidores, con lo cual constituirán una inversión más sólida y duradera.

A continuación se presenta de forma gráfica, como se da en un edificio la utilización de energía, las formas en las que entra al mismo y como es transformada y como se refleja en el mismo.

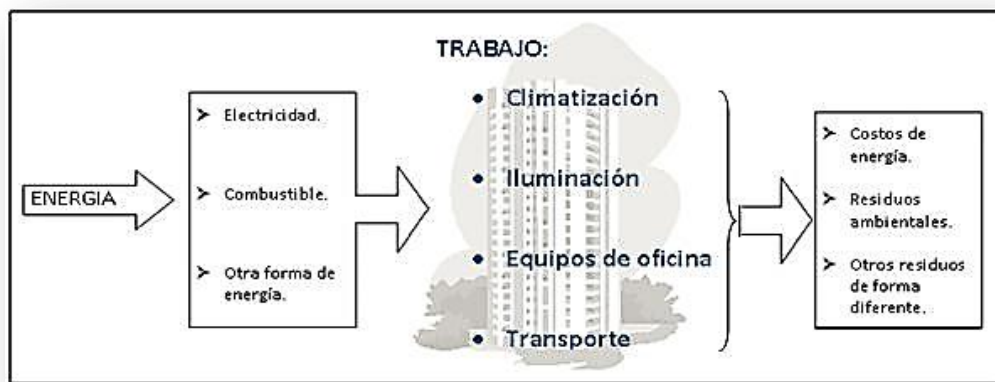


FIGURA 1 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA NO UTILIZACIÓN DE LA EE

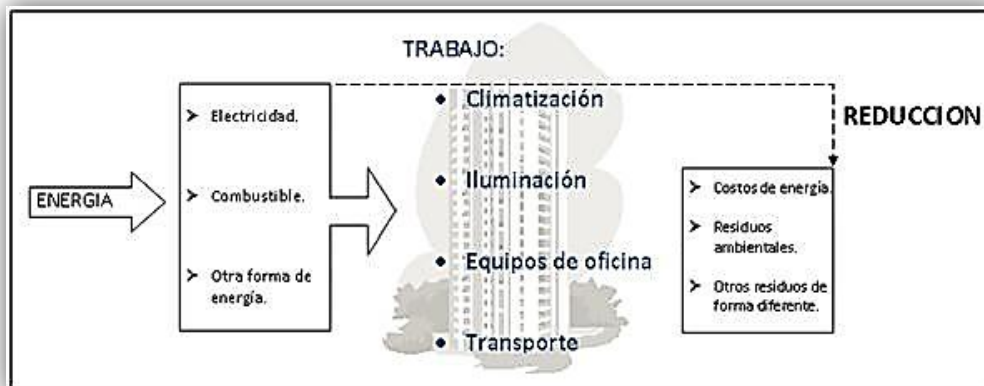


FIGURA 2 ESTRATEGIAS PARA SU UTILIZACIÓN Y EL IMPACTO GENERADO

En la figura 1, se muestra que con la no implementación de estrategias de eficiencia energética y cuando si se tiene presente la utilización de las mismas, y el impacto que se puede generar en la disminución del consumo energético en el edificio.

1.4 AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Como es común en la mayoría de los casos, cuando se implementa la construcción de un edificio, ya sea de carácter público o para otros fines, no se hace un pre diseño considerando los aspectos energéticos que el mismo puede tener, es decir buscar las condiciones óptimas para que se tenga un consumo mínimo de energía, y por lo tanto aprovechar al máximo las contribuciones como lo es la luz natural, la ventilación natural, etc., es en este caso donde surge la necesidad de realizar un estudio al edificio ya estructurado, y por lo tanto crea la posibilidad de desarrollar una auditoria energética, en muchos casos esto es una necesidad.

Pero hasta el momento solo se ha hablado del concepto, de la necesidad de implementarlo, pero en realidad ¿qué es una auditoria energética?

Una auditoría energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio.

Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida. Cuando el objeto de estudio es un edificio ocupado se busca reducir el consumo de energía, manteniendo y mejorando al mismo tiempo el confort en las personas, salubridad y la seguridad. Más allá de la simple identificación de las fuentes de energía.

Una auditoría energética tiene por objeto dar prioridad a los usos energéticos de acuerdo con el mayor a menor costo efectivo de oportunidades para el ahorro de energía.

Para el caso de una Auditoría Energética, ésta presenta dos partes bien diferenciadas, las cuales se pueden mencionar:

1. Un estudio de la situación actual, con análisis de costes y usos.
2. Una identificación de las áreas, equipos o instalaciones susceptibles de mejora con una lista de posibles medidas a aplicar.

Ya analizado y comprendido básicamente lo que es una auditoría energética, surge una interrogante, ¿Qué tipos de auditorías energéticas hay?

1.5 TIPOS DE AUDITORÍA ENERGÉTICAS.

El término auditoría energética es comúnmente utilizado para describir un amplio espectro de estudios energéticos que van desde un rápido paseo a través de un procedimiento para identificar los principales problemas; a un análisis exhaustivo de las implicaciones de otras medidas de eficiencia energética suficientes para satisfacer los criterios financieros solicitados por los inversores.

Tres programas comunes de auditoría se describen en mayor detalle más adelante, aunque las tareas realizadas y el nivel de esfuerzo pueden variar con el consultor que presta servicios en virtud de estos grandes apartados. La única manera de garantizar que una propuesta de auditoría que satisfaga sus necesidades específicas es precisar los requisitos detallados en un ámbito de trabajo. Tomando el tiempo para preparar una solicitud formal también asegurar al propietario del edificio que reciben competitiva y comparable propuestas. En todos los niveles de auditorías se incluye un proceso de mejora dirigido al personal que trabaja en esas áreas. Cambios en el sistema de consumo de energía implica, cambios de comportamiento, conductas, hábitos y costumbres de las personas que operan o trabajan en el área de intervención. Se consideran capacitaciones y entrenamientos antes, durante y al final de una intervención, cualquiera que sea el nivel de la auditoría.

AUDITORÍA PRELIMINAR

El anteproyecto de auditoría (o una simple llamada de auditoría, diagnóstico o auditoría de recorrido) es el más simple y más rápido de todas las auditoría. Se trata de un mínimo de entrevistas con el personal de operación, una breve reseña de instalación a evaluar, de la facturación de servicios públicos y otros datos de explotación, y una caminata a través de la instalación para familiarizarse con la construcción y operación para identificar

cualquier zona donde no se utilice de forma óptima la energía o que se esté dando una ineficiencia de la misma.

Típicamente, sólo las principales áreas problemáticas se descubren durante este tipo de auditoría. Las medidas correctivas se describen brevemente, y rápida aplicación de estimaciones de costos, el potencial de ahorro de costes de explotación, simple y períodos de amortización. Este nivel de detalle, aunque no suficiente para llegar a una decisión final sobre la ejecución de un proyecto de medidas, es suficiente para dar prioridad a proyectos de eficiencia energética y para determinar la necesidad de una auditoría más detallada. Las auditorías energéticas están compuestas de diversos tipos de estudios los cuales son implementados al edificio al que se le está realizando la auditoría estos estudios son; Análisis de Redes, Estudio Termográfico, Estudio de Resistencia Óhmica (Análisis de Tierra), Estudio de Megger y Estudio de Vibraciones (en caso de transformadores y motores), y sin lugar a duda está también el estudio de la demanda y las posibles soluciones para disminuirla en el edificio a evaluar con la misma.

1.6 AUDITORÍA GENERAL

La auditoría general (llamada alternativamente una mini-auditoría, la auditoría energética sitio o sitio completo auditoría energética) se expande sobre el anteproyecto de auditoría se ha descrito anteriormente mediante la recopilación de información más detallada sobre la instalación y operación de realizar una evaluación más detallada de medidas de conservación de energía. Facturas de servicios públicos se recogen por 12 a 36 meses para permitir que el auditor pueda evaluar la instalación, la demanda de energía y las tasas de uso según perfiles de energía. Si se dispone de datos, los perfiles detallados de energía que esos datos se hacen posible, se tratará de analizar los signos de derroche energético.

Con este tipo de auditoría será capaz de identificar toda la energía de las medidas de conservación adecuadas para la instalación, habida cuenta de sus parámetros de funcionamiento.

1.6.1 GRADO DE INVERSIÓN DE AUDITORÍA

En la mayoría de las empresas los ajustes o actualizaciones a una instalación energética deben competir por la financiación con capital no relacionados con las inversiones en energía. Tanto la energía consumida y la energía a ahorrar deben ser evaluados con un criterio financiero y para esto en los proyectos de mejoramiento y eficiencia energética se utiliza la tasa de retorno de la inversión (TIR) para evaluar la conveniencia de la inversión. El ahorro proyectado de funcionamiento de la aplicación de proyectos de energía debe desarrollarse de tal manera que proporcione un alto nivel de confianza.

El grado de inversión de auditoría se expande sobre la auditoría general se ha descrito anteriormente mediante el suministro de un modelo dinámico de la energía de uso características de las instalaciones existentes y todas las medidas de conservación de energía identificados. El edificio modelo está calibrado contra la real utilidad de datos para proporcionar una línea base realista que permita calcular los ahorros de funcionamiento de las medidas propuestas. Amplia atención se da a entender no sólo las características de funcionamiento de toda la energía que consumen los sistemas, sino también situaciones que causan las variaciones de perfil de carga a corto y largo plazo las bases (por ejemplo, diaria, semanal, mensual, anual).

1.6.2 DATOS A OBTENER EN UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Ya familiarizado con el concepto de auditoría energética, que aspectos se pueden evaluar, con esto se permite conocer en detalle los indicadores de mayor interés energético de los edificios y proponer actuaciones para mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones, y así obtener ahorros energéticos y económicos.

En la actualidad, existen edificios que han estado operando por varios años atrás, por ende no se puede aplicar el proceso descrito en la sección anterior, ya que este solo constituye la etapa inicial de diseño, sin embargo, ciertos términos siguen siendo válidos para aplicarlos a estas infraestructuras existentes, por ejemplo la aislación térmica de la envolvente, instalación de elementos de protección solar, etc. y tras aplicar algunos

cambios de hábitos energéticos se conduce a una administración eficiente de la energía.

Para iniciar un estudio de EE en estos edificios primero se debe de concebir una metodología que comprenda el funcionamiento de la infraestructura para luego aplicar ciertas medidas de ahorro energético. Los siguientes pasos enumeran brevemente la metodología a seguir:

- Obtener información de la envolvente y operación actual del edificio.
- Analizar el comportamiento del edificio en cuanto a su consumo de energía.
- Establecer medidas de ahorro energético.
- Realizar la evaluación técnica y económica.

1.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS

Hasta el momento se mencionado el uso y la implementación de la EE, pero en ningún momentos, se menciona nada sobre aplicarla a un edificio público, ya que los gobiernos centrales implementan medidas de austeridad, para paliar de una u otra forma el gasto público que conlleva el uso de energía, y no solo eléctrica, sino de todas las maneras posibles.

La EE es una estrategia válida para solucionar el problema de la escasez de fondos públicos y puede contribuir a disminuir los graves problemas de la energía y el clima. En este sentido, el sector público debe predicar con el ejemplo en lo que se refiere a inversiones, mantenimiento y gestión energética de sus edificios, instalaciones y equipamiento.

El Gobierno de El Salvador, ha hecho hincapié, en lo referente al uso adecuado y óptimo de la energía, dando así la creación del decreto 78, por parte del CNE, para crear políticas de austeridad, y reducir así el gasto público.

Para el caso este estudio del modelo base se retoma y se implementa como una idea de la EE en edificios de carácter público, en este caso se toma un modelo de un semipúblico, pero se aplica el mismo procedimiento, independientemente si lo es o no público.

1.8 METODOLOGÍA BÁSICA PARA AUDITORIA ENERGÉTICA

Las auditorías son un proceso sistemático mediante el que se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa para detectar los factores que afectan a dicho consumo e identificar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro en función de su rentabilidad.

El diagrama de flujo de bloque de la figura 3 muestra las etapas típicas de la metodología en las que se desarrolla una auditoría energética que a continuación se describen:

Paso 1. Pre-auditoría o Pre-diagnóstico. Se lleva a cabo mediante una primera vista a la instalación en estudio con el objetivo de recabar información sobre los equipos, personal involucrado, protocolos de actuación, datos de tarificación y consumos energéticos. Además de lo anterior, con esta visita se pretende llevar a cabo también, detectar los puntos críticos en cuanto a consumos, malas prácticas, etc. y poder establecer un plan de acción en cuanto a los períodos y puntos de toma de datos, medidas.

Paso 2. Toma de datos. En esta etapa se lleva a cabo al recopilación de la información de una u otra forma, es útil, a la hora de poder llevar a cabo el desarrollo o implementación de la EE, pero esta no se da en un solo lapso de tiempo, éstos varían notablemente dependiendo del tipo de empresa, con llevando desde días hasta meses, dependiendo del número de equipo que se audite, dimensiones, tipos de instalaciones, etc.

Paso 3. Diagnóstico. El estudio de los datos anteriores permitirá identificar los puntos donde no se está consiguiendo un uso eficaz de la energía y establecer las medidas correctivas oportunas, para el caso puede llenar los requisitos, la sustitución de

equipos, minimización en la utilización de climatizadores del ambiente, sustitución de luminarias convencionales por otras más eficientes, etc.

Paso 4. Implantación y seguimiento. Una vez desarrollado las implementaciones mencionadas, se debe realizarse un seguimiento para comprobar que se están ejecutando correctamente y confirmar las mejoras y los ahorros consiguientes, pero en este caso, no solo el seguimiento de los mismos, sino también el desarrollo de nuevas reglas que rijan el buen comportamiento y uso eficiente de las instalaciones a analizar.

1.9 METODOLOGÍA GENERAL DE ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ya mencionado los parámetros a tomar en lo concerniente a la toma de decisiones, datos y otros aspectos en un estudio energético y más enfáticamente en lo referente a la EE, se debe recordar que no se puede aplicar la misma metodología para analizar todo tipo de edificio, es decir no es lo mismo analizar un hospital, una escuela, un banco, un laboratorio, etc.

Dado lo anterior, si se dispone de un conjunto de procedimientos que conllevan de forma individual a la implementación de un estudio de EE en diferentes escenarios de edificaciones, éstas se pueden integrar en una sola metodología general, es por ello que las etapas de la metodología básica no muestra pautas esenciales que pueden ser fundamentales a la hora de la aplicación.

LÍNEA BASE

Cuando un edificio se construye, sin dar un seguimiento previo en función de la EE, se conlleva un conjunto de problemas en el futuro, ya que no se cuenta con un modelo al cual se le pueda atribuir cambios y poder observar cómo influye éste en el mismo, es donde surge la necesidad de implementar, la línea base del edificio en estudio.

Entiéndase por línea base como la especificación de las condiciones actuales o iniciales de los edificios ya construidos que se encuentran en operación. Esta etapa es una de las más importantes, ya que conlleva a tener un modelo estandarizado o generalizado del edificio, donde se tiene prácticamente todos los datos esenciales del mismo, desde los

parámetros de construcción, hasta el personal que labora en el mismo, es decir se tiene un diseño ya implementado del edificio.

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO

Esta etapa es muy importante ya que es donde se toma datos sobre la estructura del edificio, los inmuebles, la distribución eléctrica esta comandada por dos medidores eléctricos, por tal razón debe de auditarse las facturas eléctricas atribuidas a cada medidor y luego elegir los edificios que influyen grandemente en la facturación de energía. Debido a esto se suele cambiar el sentido de la metodología.

SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Ya identificado el edificio a evaluar, surge la necesidad de tener la información necesaria, para el estudio de EE, con lo cual se puede resumir en:

- Solicitar planos arquitectónicos de todas las vistas posibles del edificio, así como planos eléctricos, de distribución de equipos de climatización, distribución de muebles, etc.
- Solicitar recibos de facturas eléctricas y de combustible.
- Obtener información de las características constructivas del edificio (envolvente).

Se debe identificar los materiales de la edificación, ventanas, puertas, muebles, divisiones internas, etc. Además se debe tener en consideración las propiedades termodinámicas de los materiales a implementar, buscar documentación si existe sobre las mismas, o basarse en estándares, y modificarlos a condición, entre los que se puede mencionar los estándares ASHRAE, los cuales tienen excelente información desde los materiales hasta condiciones específicas de funcionamiento del edificio.

Disponer de la información técnica de los equipos de oficinas (PC's, faxes, fotocopadoras, impresoras, oasis, cafeteras, etc.), se debe tener en cuenta el incorporar a esta información tanto las características funcionales y ocupacionales de los mismos.

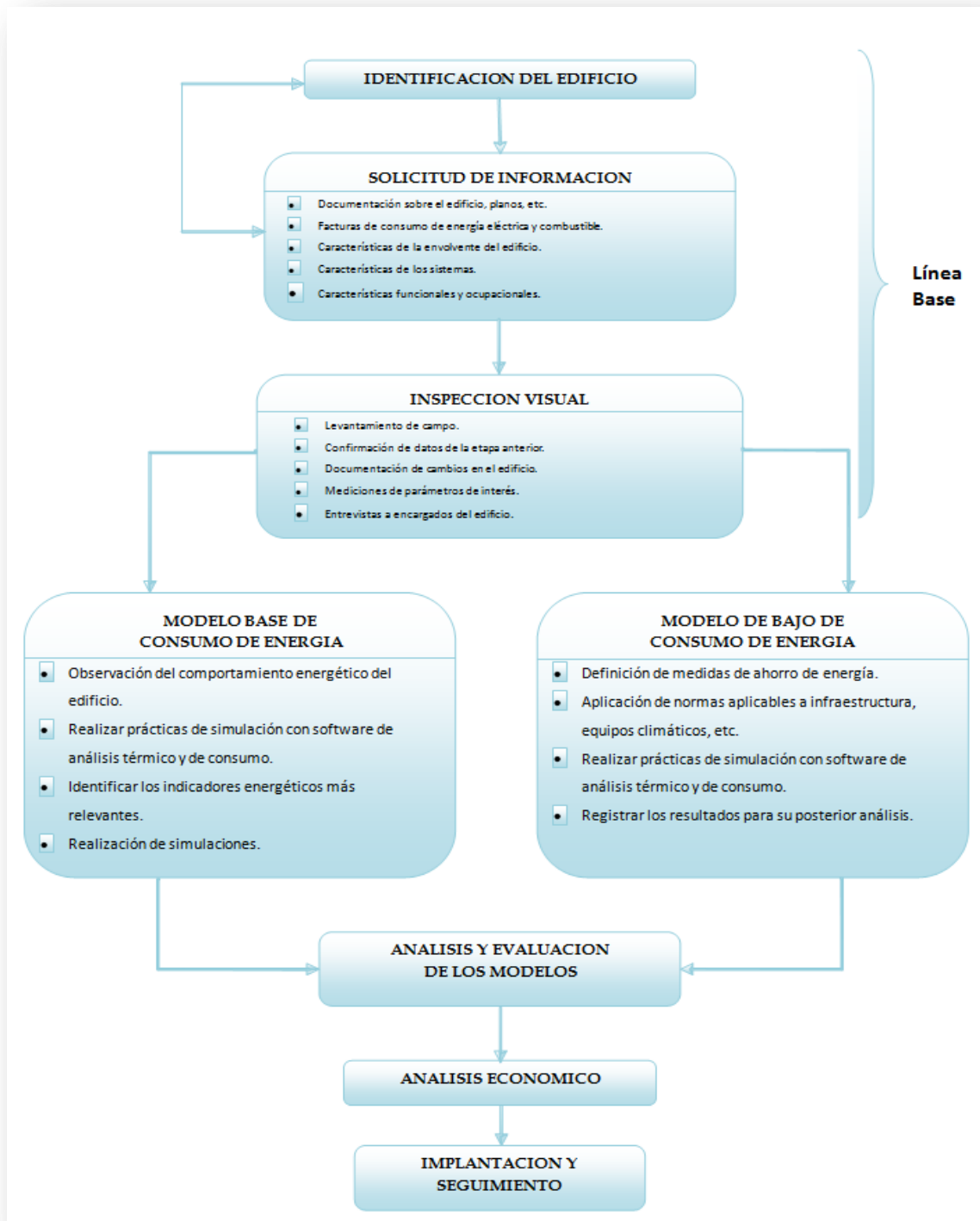


FIGURA 3 DIAGRAMA DE BLOQUES QUE REPRESENTA UNA METODOLOGÍA A SEGUIR EN AUDITORIA ENERGÉTICA

INDAGAR Y OBTENER LA INFORMACIÓN NECESARIA SOBRE LOS CLIMATIZADORES DEL MEDIO AMBIENTE.

- Identificar el tipo de aire acondicionado que se utiliza en la zona en estudio, las características del mismo, como la capacidad de enfriamiento, características eléctricas etc.
- Realizar un reporte sobre las características ocupacionales (horarios) de los equipos de climatización, es decir, la hora de encendido y apagado, temperaturas de termostato, etc.
- Cantidad de personas que hacen uso de las instalaciones. Dado que un edificio se compone no solo por una zona de trabajo, sino por muchas, es preciso hacer un llenado del número de personas por cada zona a definir y el nivel de actividad de cada uno de los mismos.

LA INSPECCIÓN VISUAL DEL EDIFICIO

Dada la importancia de la recolección de los datos en los apartados anteriores, es de vital importancia consolidar que la información brindada por medio de los planos arquitectónicos, es verídica, para no tener contratiempos a la hora de hacer el modelado del mismo, en síntesis consiste en un levantamiento de información con una visita de campo.

MODELO BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA

Con toda la información recabada en los apartados anteriores, conlleva a hacer una interrogante, ¿Qué hacer con toda esa información?

Es una muy buena pregunta, que se puede hacer cualquiera, pero como se puede implementar toda esta información, es otra interrogante que puede surgir también.

Es muy sencillo, se crea un modelo base que interprete el comportamiento energético actual del edificio, donde se realiza prácticas simuladas con software de análisis térmico y energético. Pero surge otra interrogante

1. ¿Por qué utilizar software de simulación?
2. ¿Qué Software utilizar?
3. ¿Son los resultados aceptables?

De hecho el tipo de software puede ser de tipo gratis (free) o de tipo privativo (non-free), es decir el primero es de libre distribución y el segundo se debe pagar una licencia para su correspondiente uso.

Cabe mencionar que con el uso de software libre se complica un poco la simulación, ya que se debe crear detalle por detalle, de lo contrario da errores, que se pueden tomar al principio como no importantes.

Al adquirir una licencia, se tiene la suerte, que se cuenta con una interface gráfica amigable al usuario, para poder desarrollar de una manera mucho más sencilla la simulación e implementación del modelo del edificio en estudio.

Después de operar los resultados arrojados por las simulaciones se tendrá un perfil de consumo de energía donde se identificarán los indicadores energéticos que manifiesten anomalía, es decir aquellos indicadores que presenten un nivel de consumo no deseable.

Para el caso del estudio del edificio del presente trabajo, no se implementa el modelo de bajo consumo de energía, ya que como se mencionó en apartados anteriores solo consiste en una implementación de la línea base y algunas recomendaciones que no forman parte del estudio.

¿Por qué utilizar software de simulación?

Es una pregunta muy interesante y a la vez muy inquietante, ya que el motivo de utilizar una simulación para representar el edificio, y se puede resumir así:

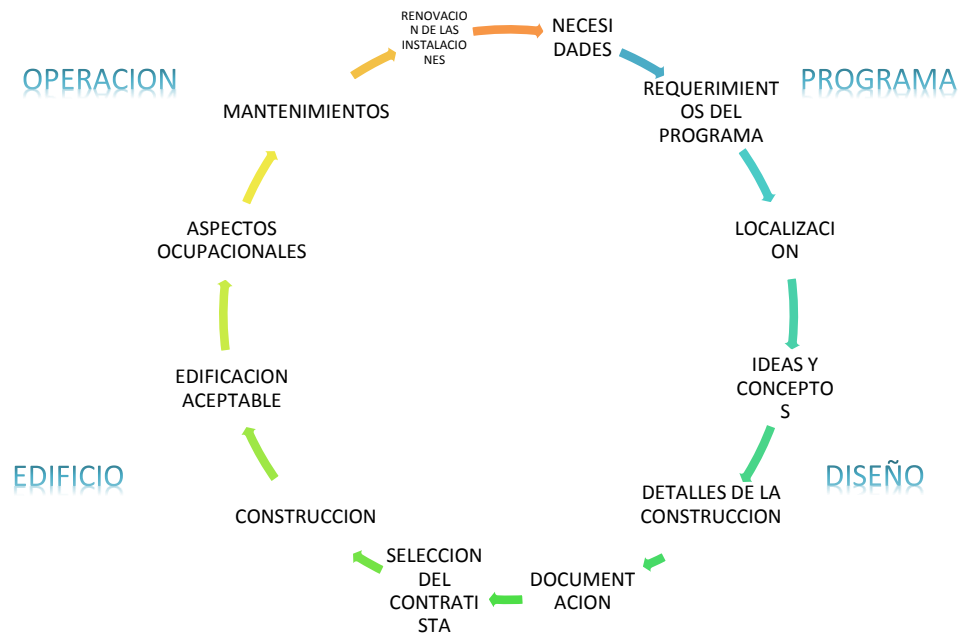


FIGURA 4 ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN EDIFICIO.

- Ayuda al diseñador y al propio usuario final, a tener efectos de reducción energética, en las áreas más perceptibles.
- Ayuda a evaluar alternativas sobre diseño, construcción, etc.
- La simulación es mucho más barata que una construcción errónea de un edificio.
- Se tiene la opción de realizar cambios con respecto al as características del edificio, sin incurrir en gastos adicionales.

¿QUÉ SOFTWARE UTILIZAR?

Existe una gama muy amplia de simuladores energéticos, como ya se mencionó anteriormente, los hay de tipo gratis y de tipo privativo.

Independientemente cual se use, se tiene que llegar a un resultado común, para el caso del modelo base que se analiza en el presente trabajo, se utiliza una integración de programas, por un lado se tiene SketchUp [1], cuyo propietario es GOOGLE, y por otro

lado EnergyPlus [5], y un plug-in llamado Legacy OpenStudio [6], los cuales son de libre distribución.

Por medio de OpenStudio [6], se traduce el modelo 3D, a coordenadas (x, y, z), puntos de referencia del mismo, SketchUp solo funciona como un programa enlazador del plug-in con el software de simulación.

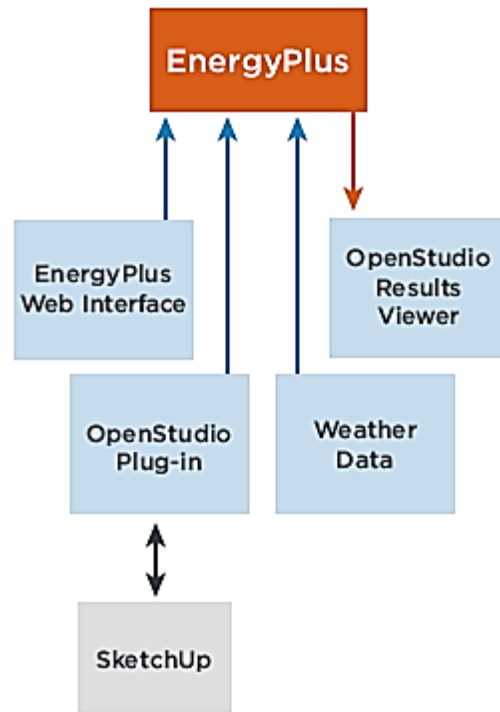


FIGURA 5 PROGRAMA ENERGYPLUS Y SUS COMPLEMENTOS

Con EnergyPlus [5], se programa los campos de interés para que se pueda dar la simulación del edificio, entre los campos de interés están como lo es el aire acondicionado, las luminarias, las personas que ocupan el lugar, el equipo eléctrico, etc.

Cabe mencionar que el plug-in, como Open Studio [6] y EnergyPlus [5] son gratis y se pueden descargar libremente, Sketch Up, tiene una versión gratis y otra pagada, aunque a partir de la versión del año 2013, solo se distribuye la versión pro, ya no se dispone de una versión gratis.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA IMPLEMENTADA DE LA LÍNEA BASE.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ENTREGA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PARTE DE LA DISTRIBUIDORA DELSUR EN LAGEO.

Esta etapa se desarrolló debido a que solo se analizará la parte administrativa de LaGeo, ya que comprende diferentes subestaciones transformadoras en la cual alimentan otras áreas, las cuales no forman parte del edificio en estudio.

Punto de entrega #1 (ver diagrama unifilar punto de entrega #1 de los anexos) el cual comprende:

- Subestación de 250 KVA para aires acondicionados de laboratorio de LaGeo.
- Subestación de 167 KVA para luces y tomas de laboratorio de LaGeo.
- subestación de 225 KVA para equipo eléctrico y luminarias del edificio administrativo de LaGeo.

Punto de entrega #2 (ver diagrama unifilar punto de entrega #2 de los anexos) el cual comprende:

- Subestación transformadora de 300 KVA para todos los sistemas de aire acondicionado del edificio administrativo de LaGeo.

2.1.2 SUBESTACIONES EN ESTUDIO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.

Las subestaciones que alimentan solamente el edificio administrativo de LaGeo se describen a continuación:



Configuración: Estrella
primario/estrella secundario

Voltaje: 208/120 VRMS

Potencia en kVA: 225

Alimenta todas las luminarias
y equipos de oficina del
edificio.

FIGURA 6 SUBESTACION DE 225 KVA DE LUCES Y TOMAS GENERAL DE LAGEO



Configuración: Estrella
primario/estrella secundario

Voltaje: 208/120 VRMS

Potencia en kVA: 300

Alimenta todos los aires
acondicionados del edificio.

FIGURA 7 SUBESTACION DE 300 KVA PARA AIRES ACONDICIONADOS DE LAGEO

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS TABLEROS PRINCIPALES DE INTERÉS DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.

Ya identificado los puntos de entrega de energía eléctrica del edificio, se procede a solicitar información sobre los tableros y sub-tableros de distribución, al personal de mantenimiento.

Los alimentadores de luminarias, equipo de oficinas, ups y servidores del edificio administrativo de LaGeo corresponden a la subestación de 225 KVA en el punto de entrega # 1.

A continuación se detallan las áreas de cobertura de los sub-tableros que entran en el estudio.

TABLERO	ZONA DE COBERTURA
General	Todo el Edificio
ST-1A	Recepción, la GAF y parte de Tecnología de la Información.
ST-2	Pasillo principal (nivel 1) y otras zonas detalladas en esa medición.
UPS Y SERVIDORES	TODO EL EDIFICIO

TABLA 1 TABLEROS ALIMENTADOS POR SUBESTACION DE 225 KVA

Alimentadores de sistemas de aires acondicionados de todo el edificio el cual corresponde a la subestación de 300KVA del punto de entrega #2.

A continuación se detallan las áreas de cobertura de los sub-tableros de aires acondicionados que entran en el estudio.

TABLERO	ZONAS DE COBERTURA
ST-AA1	Gerencia administrativa financiera, baño, recepción
ST-AA3	Reservorios y Medio Ambiente, producción, comunicaciones y Recursos Humanos, sala de espera
GENERAL	ST-AA1-AA6

TABLA 2 TABLEROS ALIMENTADOS POR LA SUBESTACION DE 300 KVA

2.3 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES RESPECTIVAS DE ENERGÍA Y OTROS.

Para la toma de datos como se mencionó anteriormente, es necesario tener en cuenta o saber que se tipo de equipo se va a utilizar para realizar la captura de los datos.

Para la toma de los datos de los tableros y sub-tableros de alimentación se utiliza el analizador de red Fluke 434 Series II [13], el cual muestrea los datos que luego son almacenados en una memoria externa que trae incorporada, luego se extraen para analizarlos por separado y por grupos.

Ya que se necesita realizar la toma de datos eléctricos en simultaneo, se debe hacer uso no solo de un único analizador, es por ello que se hace uso del medidor PCE-PA 8000, el cual muestrea los datos al igual que en el anterior, y luego se analizan los datos extraídos.

Para la toma de datos de temperatura, velocidad del vientos, caudal de salida, etc., se hace uso del Anemómetro PCE-007, con el cual se toman los datos de manera directa, aunque el mismo cuenta con la posibilidad de poderse programar para que almacene los datos capturados y luego se pueden extraer en una pc, con el fin de tener un repositorio, para poder analizarlos en conjunto y no tener que analizarlos por separado y poder graficar los resultados.

A continuación se describe cada uno de los instrumentos de medición utilizados en esta etapa:

EQUIPO	FORMA FÍSICA	DESCRIPCION
<p>Analizador de potencia trifásico PCE-PA 8000 [15]</p>	 <p>The image shows a yellow PCE-PA 8000 power analyzer with a color LCD screen displaying various power parameters. It is equipped with three red current clamps labeled 1, 2, and 3, which are used for measuring current in a three-phase system. The device has several buttons and ports on its front panel.</p>	<p>El analizador de potencia trifásico PCE-PA 8000 [15] permite medir y registrar la potencia de un circuito monofásico o trifásico. Con el medidor de potencia puede efectuar mediciones prolongadas. Los valores de medición se almacenan en una tarjeta SD en formato xls. Esto permite analizar los valores de medición de forma cómoda en el ordenador. La cuota de medición la puede ajustar libremente entre 2 y 7200 segundos.</p>
<p>Analizador de energía eléctrica 434 Serie II Fluke.[13]</p>	 <p>The image shows a Fluke 434 Series II energy analyzer, a handheld device with a large color LCD screen. The screen displays a complex energy analysis interface, including a phasor diagram and various numerical readings for voltage, current, power, and energy. The device has a rugged design with a carrying handle and several control buttons.</p>	<p>Al igual que el anterior, realiza mediciones de energía, pero en este caso, el instrumento realiza además de las mediciones de potencia y energía otras adicionales, como lo es el factor de potencia, pérdidas de la misma.</p>

Anemómetro
PCE-007 [16]



El anemómetro [16] , aparte de su particular presentación, es muy económico. Con este anemómetro puede medir la velocidad y la temperatura del aire. Una vez que indicada el área de la sección transversal, este anemómetro muestra además directamente el caudal volumétrico del aire.

Los valores medidos pueden ser directamente guardados en el aparato y más tarde transmitidos a un ordenador y evaluados allí. Así podrá realizar series de mediciones con el anemómetro directamente en el lugar y más tranquilamente en su oficina finalizar los análisis de los valores medidos de aire. De esta forma ahorra tiempo al evitar tener que tomar fastidiosas notas de los valores así como posibles fallos al transmitir los datos. La rueda alada externa (conectada a un cable de 1,5 m) hace aumentar la movilidad y flexibilidad en una medición exacta de la velocidad del aire. Estos anemómetros forman parte del equipo básico de un técnico de sistemas de aireación para llevar a cabo el ajuste y control de instalaciones de ventilación.

TABLA 3 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES DE ENERGIA Y OTROS

2.3.1 INSTALACIÓN DE LOS ANALIZADORES DE RED EN LOS TABLEROS Y SUB-TABLEROS DE INTERÉS.

Ya identificado los puntos para medición, se procede a instalar los analizadores de red, para poder capturar datos relativos al consumo energético, durante un período de tiempo, con esto se pretende tener registrado los valores del consumo energético del edificio, para poder compararlos con los datos simulados, y así poder crear el modelo base calibrado en función de las mediciones reales y del propio edificio.

En este apartado, se toman en cuenta tableros de aires acondicionados, de luminarias y tomas, se hace una medición por separado para cada tablero de aires y para cada uno de los de luminarias, se realiza una medición total del edificio, considerando todas las áreas en estudio.

- TABLERO GENERAL DE LUMINARIAS INTERIORES, EXTERIORES, Y EQUIPOS DE OFICINA DE TODO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.



En la figura se muestra el tablero general de luces y tomas, en cual se han colocado analizadores de redes FLUKE y PCE 8000 con el cual se toma una lectura de los datos para un mes completo, siendo éste concordante con los días facturados por parte de la distribuidora, DELSUR.

Las mediciones que se tomaron del tablero general de luces y tomas incluyen dos aires acondicionados de 4 toneladas que son exclusivos para la zona de cafetería.

FIGURA 8 TABLERO GENERAL DE LUCES Y TOMAS.

Descripción de los Sub-tableros de luces y tomas.

Sub-tablero ST-2

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - 2	
ESPACIO	USO
1-3-5	INTERRUPTOR PRINCIPAL
2	4 TDP + SECADOR DE MANOS MUJERES
4	4 TDP
6	3 TDP
7	10 LF-2x32W
8	4 TDP
9	31 OB 50W
10	4 TDP
11	2 LF-2x32W + 13 OB 50W + 4 EXT. + 1 TDP
12	4 TDP
13	9 LF-2x32W
14	4 TDP
15	26 OB 50W
16	7 TDP
17	7 LF-2x32W + 6 OB 50W
18	6 TDP
19	10 LF-2x32W
20	2 TDP + 4 TOMAS ENTRECIELO
21	20 OB 50W
22	4 TOMAS ENTRECIELO
23	6 LF-2x32W
24	4 TOMAS ENTRECIELO
25	4 LF-2x32W + 6 OB 50W
26	5 TDP
27	10 LF-2x32W
28	SECADOR DE MANOS BAÑO HOMBRES
29-31	ST - LTC (CLÍNICA)
30	SALIDA FUTURA EN BAÑO MUJERES
32	BOBINAS DE CONTACTORES DE LUCES
34	1 TDP + 1 LI - 100W EN BASURERO

CLAVE	DESCRIPCION
LF	LUMINARIA FLUORESCENTE
OB	OJO DE BUEY
EXT	EXTRACTOR
TDP	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO

Interuptor principal tablero ST 2

luces 2x32w del pasio principal

ojos de buey lado derecho pasio principal

luces 2x32w gerencia de produccion y cam.

Sub-tablero ST-1A

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - 1A	
ESPACIO	USO
1	11 LF-2x32W
2	5 TDP
3	10 LF-2x32W + 9 OB 50W
4	5 TDP
5	3 LF-2x32W + 4 OB 50W
6	4 TDP
7	2 LF-2x32W + 12 OB 50W + 2 TDP + 4 EXT.
9	1 LF-2x32W + 18 OB 50W
10	4 TDP
11	23 OB 50W
12	4 TDP
14 - 16 - 18	ST - 1B
13	16 OB 50W
15	22 OB 50W
17	21 OB 50W
19	28 OB 50W
21	2 LF-2x32W + 10 OB 50W
23	10 LF-2x32W
25	6 LF-2x32W + 2 LF - 4x20W
27	8 LF-2x32W + 4 LF - 4x20W
29	7 LF-2x32W + 2 LF - 4x20W
31	7 LF-2x13W (ESCALERA DE CARACOL)
33	BOBINAS DE CONTACTORES DE LUCES
35	LUMINARIAS EN AZOTEA EDIFICIO 3

CLAVE	DESCRIPCION
LF	LUMINARIA FLUORESCENTE
OB	OJO DE BUEY
EXT	EXTRACTOR
TDP	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO

Area

luces t

FIGURA 9 ESPECIFICACIONES DE LA CARGA DE LOS DIFERENTES SUB-TABLEROS.

Los sub-tableros anteriores, dan suministro eléctrico a las luminarias y a los tomas, de todo el edificio administrativo en general.

○ TABLEROS GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS DE TODO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.

En este tablero se alimenta un total de 41 sistemas de acondicionamiento de aire con capacidad de 5 toneladas, se efectuó una medición correspondiente a este tablero general y a otros sub-tableros que alimentan este mismo tipo de cargas con esto se logró identificar las áreas que poseen mayor demanda o consumo energético de aires.



FIGURA 10 TABLERO GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.



FIGURA 11 UBICACION DE SUBTABLEROS DE AIRES ACONDICIONADOS

El Sub-tablero más representativo que alimenta únicamente equipos de aires acondicionado del edificio, se muestra a continuación una tabla, donde se detalla el número de aires acondicionados que maneja y áreas de cobertura.

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - AA3	
ESPACIO	USO
1-3-5	UC13 +UE13
7-9-11	UC14 +UE14
13-15-17	UC15 +UE15
2-4-6	UC16 +UE16
8-10-12	UC17 +UE17
14-16-18	UC18 +UE18
20-22-24	UC19 +UE19
NOTAS	
CLAVE	DESCRIPCION
UC13	UNIDAD CONDENSADORA #13
UE13	UNIDAD EVAPORADORA #13

Unidades de A/C	Capacidad (Toneladas)	Voltaje nominal
7	35	208-230

FIGURA 12 DESCRIPCION DE SUBTABLERO AA3

UNIDADES A/C	ZONAS
U17-U19	RESERVORIO
U15	PRODUCCION Y COMUNICACION
U14	R.H
U13	SALA DE ESPERA
U16	NO ESTA EN ESTA ZONA MEDIDAS

TABLA 4 NÚMERO DE AIRES ACONDICIONADOS DEL SUBTABLERO AA-3

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - AA2	
ESPACIO	USO
1-3-5	UC07 +UE07
7-9-11	UC08 +UE08
13-15-17	UC09 +UE09
2-4-6	UC10 +UE10
8-10-12	UC11 +UE11
14-16-18	UC12 +UE12
NOTAS	
CLAVE	DESCRIPCION
UC07	UNIDAD CONDENSADORA #07
UE07	UNIDAD EVAPORADORA #07

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - AA5	
ESPACIO	USO
1-3-5	UC27+UE27
7-9-11	UC28 +UE28
13-15-17	UC29+UE29
2-4-6	UC30 +UE30
8-10-12	UC31 +UE31
14-16-18	UC32 +UE32
20-22-24	UC33 +UE33
NOTAS	
CLAVE	DESCRIPCION
UC27	UNIDAD CONDENSADORA #27
UE27	UNIDAD EVAPORADORA #27

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - AA4	
ESPACIO	USO
1-3-5	UC20+UE20
7-9-11	UC21 +UE21
13-15-17	UC22 +UE22
2-4-6	UC23 +UE23
8-10-12	UC24 +UE24
14-16-18	UC25 +UE25
20-22-24	UC26 +UE26
NOTAS	
CLAVE	DESCRIPCION
UC20	UNIDAD CONDENSADORA #20
UE20	UNIDAD EVAPORADORA #20

FIGURA 13 TABLEROS DE AA RESTANTES.

Ya identificado todos los tableros y sub-tableros de interés y colocados los analizadores de red, se procede a otra etapa de la metodología aplicada.

2.4 SOLICITUD DE LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL EDIFICIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS PRE A LA CREACIÓN DEL MODELO 3D DE LA LÍNEA BASE.

Se procede a solicitar los planos arquitectónicos del edificio en estudio, para poder analizar cómo está estructurado, además se solicita información sobre la distribución de los acondicionadores de aire.

Con la información anterior se procede a verificar de forma directa la concordancia que guarda el plano con la construcción física, y si se observa que se han hecho modificaciones se procede a realizarlas en el plano, para luego proceder a implementar el modelo 3D.

Con la información obtenida de los planos de distribución de los aires acondicionados, se lleva a cabo un análisis sobre cómo se encuentran, se hace una división preliminar de las zonas, luego se procede a tomar datos de temperatura, para el caso se establece la metodología siguiente:

- Se toma mediciones de temperatura en varios puntos de las zonas definidas inicialmente, y se establecen criterios, como se mencionó en párrafos anteriores.
- En base a las mediciones y a los criterios establecidos en párrafos anteriores, se llega a establecer que las zonas definidas por la distribución de aires acondicionados, corresponde a las definidas con respecto a las mediciones de temperatura tomadas en las diferentes zonas.

2.4.1 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS.

En base al criterio tomado y la información recabada en las secciones anteriores, se consideran las siguientes zonas, definidas:

PRIMER NIVEL
ADMINISTRACION
PLANIFICACION FINANCIERA Y CONTABILIDAD
PASILLO PRIMER NIVEL
TECNOLOGIA DE LA INFORMACION
RECURSOS HUMANOS
AREA DE SRVIDORES
COMUNICACIONES Y PRODUCCION
CENTRO DE DOCUMENTACION
RECEPCION Y SALA DE JUNTAS GAF
CAFETERIA
RESERVORIOS Y MEDIO AMBIENTE

TABLA 5 DEFINICION DE LAS ZONAS TERMICAS DEL NIVEL 1

SEGUNDO NIVEL
OBRAS CIVILES
ASESOR DE COMPRAS Y JURIDICO
PASILLO SEGUNDO NIVEL
GERENTE DE INGENIERIA
GERENTE COMERCIAL
GERENCIA GENERAL
GERENTE DE PROYECTOS
INGENIERIA
PRESIDENCIA

TABLA 6 DEFINICION DE LAS ZONAS TERMICAS DEL NIVEL 2

ZONA	Temperatura [C]
BIBIOTECA	25.29
RESERVORIOS MA	24.79
INFORMATICA	25.48
GAF	25.21
RECEPCION GAF	25.22
COMUNICACIONES Y PRODUCCION	25.23
PASILLO 1	25.34
OBRAS CIVILES	23.16
GER ING	21.09
GERENCIA GRAL	25.94
COMERCIALIZACION	24.01
GERENTE DE PROYECTOS	22.86
INGENIERIA	24.39
PRESIDENCIA	25.79
SECRETERIA DE PRESIDENCIA	24.89
COMP JURID	25.60
CAFETERIA	24.50
PASILLO 2	25.34

TABLA 7. TEMPERATURAS POR ZONAS

2.4.2 DETERMINACIÓN DE CARGAS TÉRMICAS.

Las cargas térmicas constituyen o son una cantidad de energía, la cual es necesaria ser agregada o removida de un determinado espacio o recinto, por los sistemas de acondicionamiento del aire, con el objetivo de mantener a los ocupantes confortables. Para poder dimensionar de manera correcta los sistemas de acondicionamiento de aire, es importante entender los requerimientos de éstos en relación a las cargas de enfriamiento en el lugar o espacio a evaluar.



FIGURA 14 CARGAS INTERNAS Y EXTERNAS DE UN EDIFICIO.

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que se destacan todas las zonas definidas por zonas térmicas, mediante el procedimiento señalado anteriormente, se nota que es sumamente sencillo, el definirlas. Ante cualquier duda referirse al número de zonas como el número de aires acondicionados por cada zona, aunque se comparan, como una primera aproximación al procedimiento destacado en la metodología expuesta en el trabajo realizado.

❖ GANANCIAS TÉRMICAS EXTERNAS

Estas son generadas principalmente por la radiación solar, además de lo anterior también depende de las condiciones del ambiente exterior, así como de la envolvente del edificio.

❖ GANANCIA TÉRMICA INTERNAS

Estas son generadas o provienen principalmente de las personas, luminarias y equipos que se encuentran en la zona. Son llamadas a veces centros de cargas o ganancias internas.

Las ganancias térmicas internas, son un parámetro muy importante, ya que dependen también del nivel de actividad de las personas, con lo que se observa cómo influye el número de personas por cada zona, ya que se define en base al nivel de actividad, como se mencionó anteriormente.

2.4.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

En este apartado se procede a realizar un conteo de los equipos eléctricos y electrónicos por cada zona definida en los apartados anteriores, por lo tanto se realiza una comprobación visual y de medición de la potencia promedio que consume cada equipo, si en dado caso no se tiene el tiempo para realizar este procedimiento se pueden tomar como referencia los manuales ASHRAE, ya que éstos presentan tablas de consumos promedios de la mayoría de equipos electrónicos, seccionándolos para instalaciones residenciales y no residenciales, para el caso el edificio Administrativo de LaGeo está en la categoría de no residencial.

Si en un dado caso se da este dato por parte de las autoridades administrativas del edificio, es buena idea, el corroborar los mismos, para que se acerquen a un modelo real del edificio, ya que de lo contrario, se puede cometer un error, y estropear el modelo a estudiar, se hace un recuento de todo equipo que se encuentre.

En las tablas anteriores, se presentan de forma rápida, una lista de los diferentes equipos que se encuentran en cada zona, además se nombran las zonas como se han definido, con eso es suficiente, para poder pasar a la siguiente etapa, donde se determina el número de luminarias por cada una de las zonas, y de luminarias exteriores.

2.4.4 LUMINARIAS POR CADA ZONA

Ya concluido con el tema de los equipos eléctricos y electrónicos, se procede a continuar con las luminarias.

Se realiza un conteo individual por cada zona establecida, en donde se determina la cantidad de luminarias y el tipo de las mismas, para posteriormente incorporarlas al modelo que se desarrolla.

Se puede apreciar las diferentes luminarias por zonas definidas, correspondientes a cada nivel del edificio, si en un dado caso existen más de dos niveles, se hace lo mismo en un

tercer, cuarto, etc., es decir para cada uno de los niveles involucrados en la modelación energética.

Ya concluido con el registro de las luminarias existentes en el edificio, se procede a realizar un registro de las personas que hay en las zonas de trabajo, las cuales se detallan como ganancias internas, como se menciona en apartados posteriores

2.4.5 PERSONAL POR ZONA

En este apartado, se desarrolla la identificación del número de personas, por cada zona que se ha definido en las secciones anteriores, este dato es importante ya que se introducen al modelo 3D de la línea base, con lo cual se obtiene el nivel de actividad de las personas que presentan en el edificio en estudio.

2.4.6 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES INTERIORES Y EXTERIORES IDENTIFICADOS EN EL EDIFICIO.

En esta etapa se hace una inspección visual por cada una de las zonas definidas en las secciones anteriores, se procede a identificar cada tipo de material tanto para interiores como para exteriores, ya que estos servirán como base fundamental en la creación del modelo.

Una vez se han identificado los tipos de materiales en el edificio tales como paredes de concreto, tabla roca, puertas de madera, vidrios, etc. se procede a la construcción de los materiales que serán introducidos al modelo mediante sus propiedades termodinámicas, tales como conductividad térmica, calor específico, así como su espesor y otras el cual se detallan en los resultados del capítulo 3.

2.4.7 CRITERIOS Y ESPECIFICACIÓN DE LOS HORARIOS DE TRABAJO DEL EDIFICIO.

En esta etapa de la metodología se establecen criterios para la implementación de los horarios de funcionamiento del edificio, el cual serán introducidos en el modelo creado,

mediante el editor de archivos EP-Launch, específicamente en los campos respectivos Schedule compact y Schedule type limits.

Los horarios para los equipos eléctricos y electrónicos, para personas, etc., se puede realizar mediante los siguientes criterios:

- Entrevistas a personal de oficina y personal de limpieza.
- En base a normas ASHRAE (datos proporcionados por grupos o foros).

Nota: los horarios debido a que son muy extensos, no se demostraran en el documento, pero se pueden verificar en el archivo del modelo ya que se han introducido en el mismo.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA METODOLOGÍA IMPLEMENTADA.

3.1 RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE CARGA EN LOS TABLEROS Y SUB-TABLEROS MEDIDOS EN LAGEO.

○ LUMINARIAS Y EQUIPO DE OFICINA EN SUB-TABLERO ST-1A.

Descripción de la carga (luces y equipos de oficina) medido en sub-tablero ST-1A



- Lámpara fluorescente T8 (32W) Y T8 (17W) a 120 V
- Ojo de Buey incandescente.
- Parte de los equipos de oficina en el interior del edificio administrativo

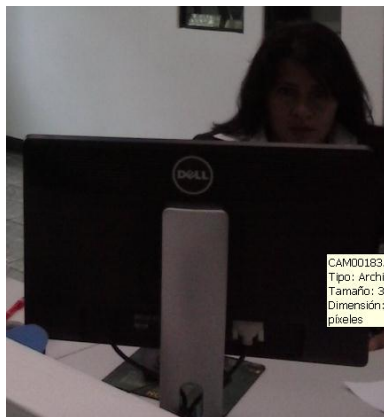


FIGURA 15 DESCRIPCION DE CARGA MEDIDA EN ST-1A

GRAFICO DE LA MEDICION.

PERFIL DE DEMANDA DE 1 SEMANA DEL 30/7/2013 AL 7/8/2013

DEMANDA EN ST-1A

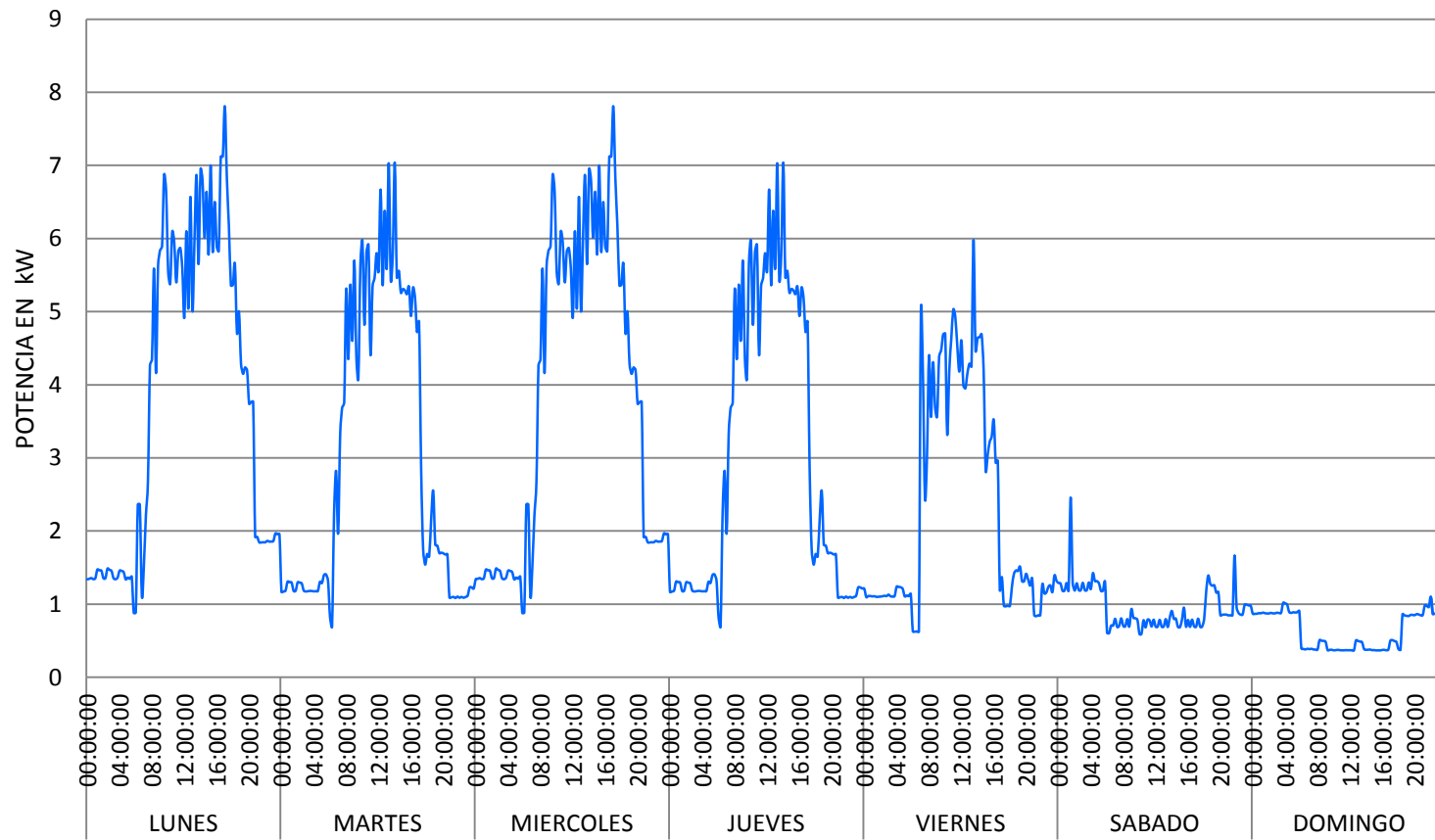


GRAFICO 3 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO ST-1A

Análisis del perfil de carga.

Valor Máximo = 7.81 Kw se da el 31/7/2013 a las 17:00

❖ Calculando el Cargo de Energía para la medición.

Energía Consumida en 168 horas, y debido a que la medición está en el lado de baja se ha aplicado un factor del (1.5% a la energía y potencia).

Banda Horaria	kWh	Tarifa \$/ kWh	Sub Total en \$
Punta	59.73	0.208720	\$ 12.65
Resto	255.268	0.210630	\$ 54.57
Valle	52.6725	0.206517	\$ 11.04
Total	367.6705		\$ 78.26

TABLA 8. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013
PARA MEDICION DEL TABLERO ST-1A

Observaciones:

❖ Las mediciones abarcan un poco más del área de la GAF, incluyen la sala recepción, y alguna parte de tecnología de la información.

○ Luminarias y Equipo de oficina en sub-tablero ST-2.

Para este tablero presenta el mismo tipo de carga que se midió en el sub-tablero ST-1A.

GRAFICO DE LA MEDICION.

PERFIL DE DEMANDA DE 1 SEMANA DEL (16-10 AL 24-10) 2013

DEMANDA ST-2

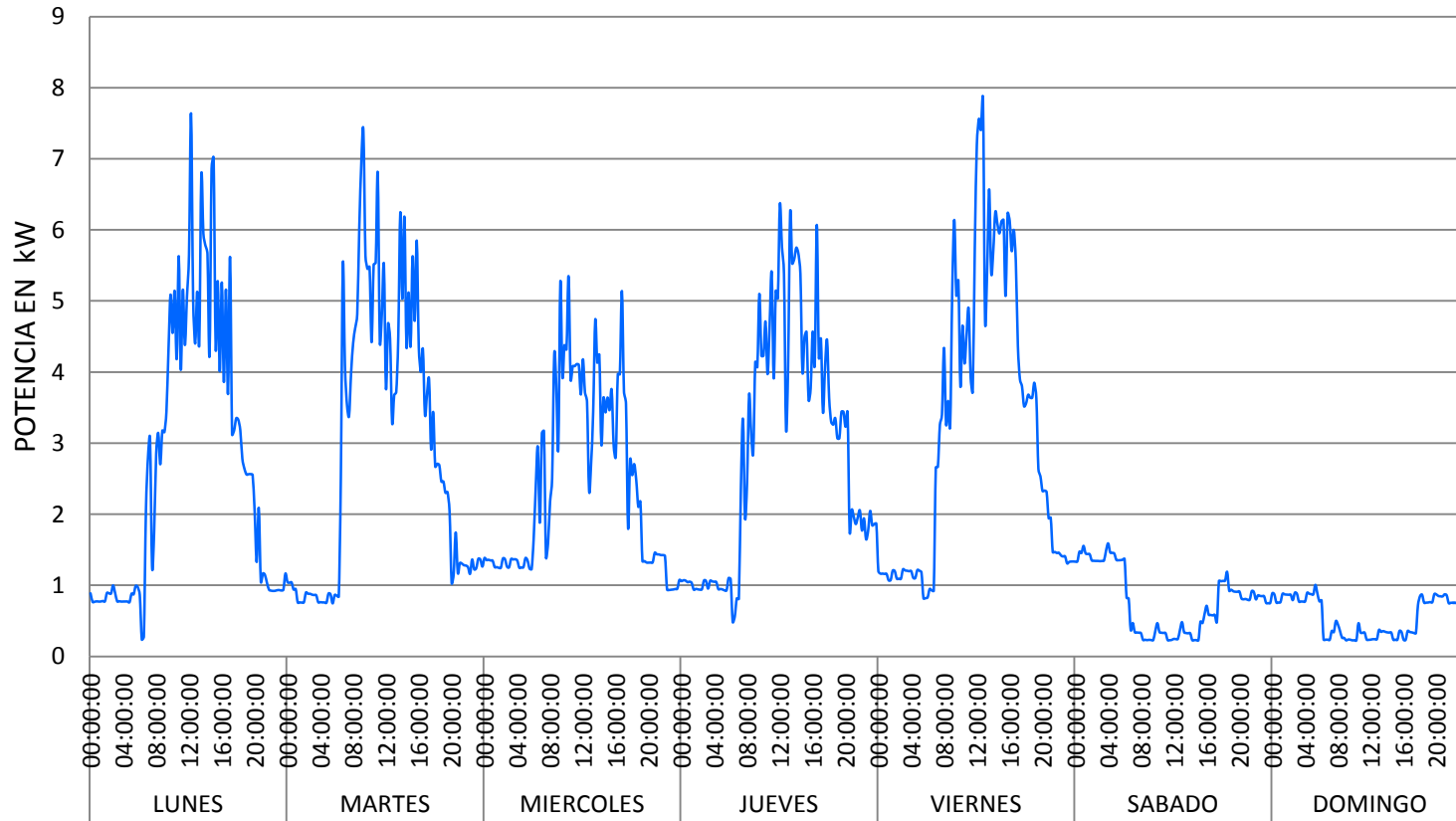


GRAFICO 4 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO ST-2

ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA.

VALORES MAXIMOS DE DEMANDA	
8.87 kW	12:15:36
16/10/2013	

Calculando el Cargo de Energía para la medición.

Energía Consumida en 168 horas de medición y debido a que la medición se encuentra en el lado de baja se le ha aplicado un factor de 1.015 por pérdidas de transformación de energía y potencia.

Banda Horaria	kWh	Sub Total en\$
punta	74.34	\$ 15.7490
resto	337.96475	\$ 72.2533
valle	52.03925	\$ 10.9082
total	464.344	\$ 98.91

TABLA 9. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA MEDICION DEL TABLERO ST-2.

Observaciones: Las mediciones efectuadas de luces y tomas cubren varias zonas las cuales se detallan en la siguiente tabla.

- Equipos de aire acondicionado del sub-tablero AA1.

TABLERO	UNIDADES DE A/C	CAPACIDAD (TONELADAS) DE LOS AIRES MEDIDOS	ZONAS DE COBERTURA
ST-AA1	6	30	Gerencia Administrativa Financiera, baño, recepción

TABLA 10. TIPO CARGA MEDIDA EN SUB-TABLERO AA1

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA (AIRE ACONDICIONADO TIPO YORK) MEDIDO EN EL SUB-TABLERO AA1.

Aire acondicionado tipo york de 5 toneladas.

	HP (en el eje del motor)	kW (en el eje del motor)	kW eléctricos	Voltaje nominal
VENTILADOR	1/4	0.186	0.218	208-230
COMPRESOR	5	3.73	4.4	208-230
EVAPORADOR	3/4	0.6	0.705	208-230
TOTAL	6	4.516	5.8	

TABLA 11. TABLA ESPECIFICACIÓN DE LOS DATOS DE UN SISTEMA DE A/C TIPO YORK

Factores de conversión aplicados:

1 hp--→0.746 kW

Para la obtención de los kW eléctricos se ha aplicado la siguiente ecuación:

$$S_{red} = \frac{P_{nominal}}{fp}$$

Dónde $P_{nominal}$: es la potencia en el eje del motor en kW

fp : es el factor de potencia al que opera dicho motor (0.85)



La eficiencia del motor del ventilador es:

Dato de placa: 0.70

FIGURA 16 DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE AA DE LA GEO

GRAFICO DE LA MEDICION.

PERFIL DE DEMANDA DE 7 DÍAS DEL 31/7/2013 AL 7/8/2013

DEMANDA SUBTABLERO AA1

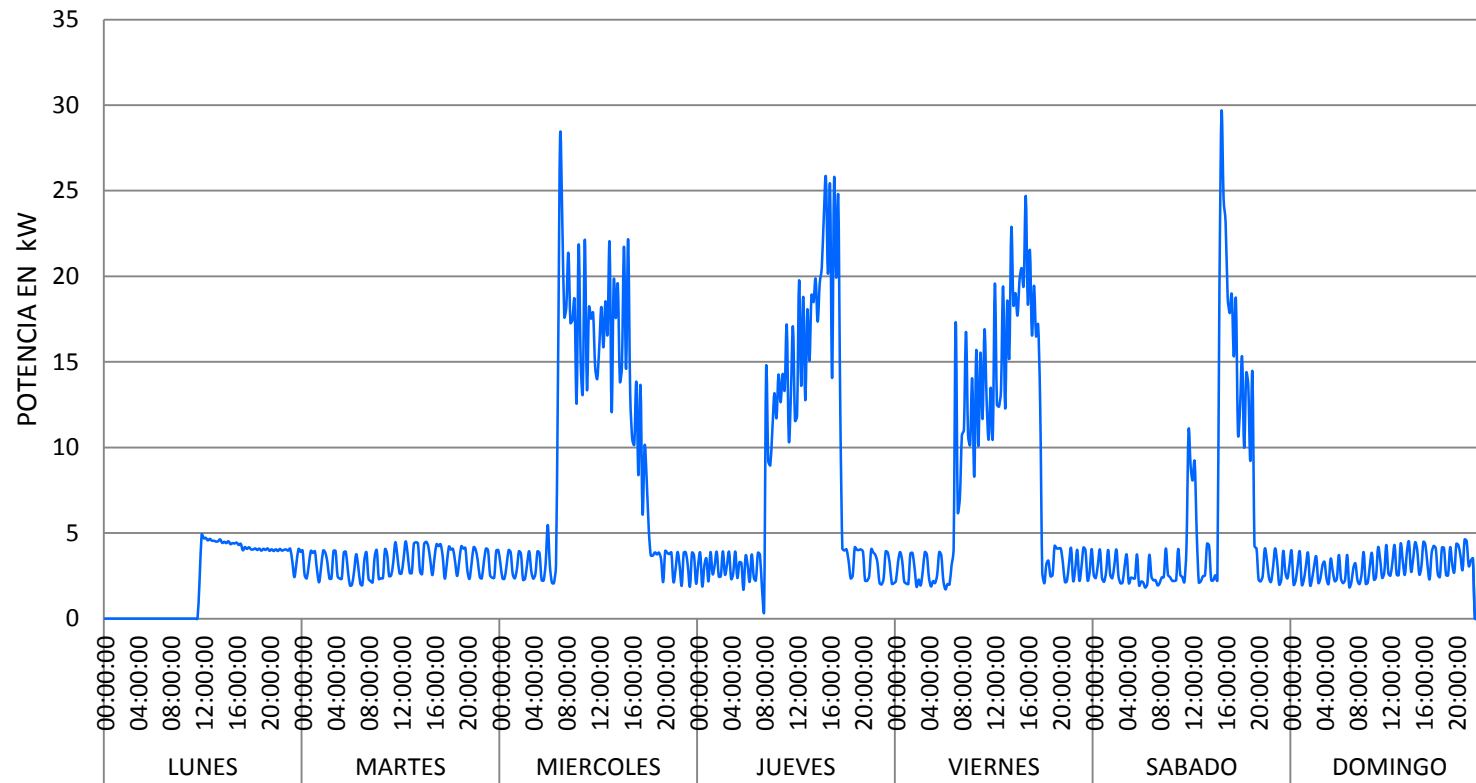


GRAFICO 5 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO AA1

Análisis del perfil de carga.

Del gráfico se obtiene la potencia máxima demandada.

Potencia Máxima = 29.57 Kw se da el 3/8/2013 a las 15:30

❖ CALCULANDO EL CARGO DE ENERGÍA PARA LA MEDICIÓN.

Energía Consumida en 168 horas, y debido a que la medición está en el lado de baja se le ha aplicado un factor del (1.5% a la energía y potencia).

Banda Horaria	kWh	Tarifa \$/ kWh	Sub Total en \$
Punta	131.2925	0.208720	\$27.8144212
Resto	707.2175	0.210630	\$151.19564
Valle	106.4175	0.206517	\$198.070746
Total	944.9275		\$377.080808

TABLA 12. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA DEL SUB-TABLERO AA1.

OBSERVACIONES.

En la gráfica de resultados de la medición hay un periodo muerto que se dio entre los días (04/08/2013 22:15:00 - 05/08/2013 11:15:00) y que pudo haberse generado por las siguientes razones:

1. Desconexión del suministro de energía eléctrica
2. Daño a un transformador en la subestación general de luces y tomas de 225KVA.

○ EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DEL SUB-TABLERO AA3.

Nota: los aires acondicionados para esta medición poseen las mismas características descritas en la medición del sub-tablero AA1.

Unidades de A/C	Capacidad (Toneladas)	Voltaje nominal
7	35	208-230

TABLA 13. DESCRIPCIÓN DE LA CARGA MEDIDA EN SUB-TABLERO AA3.

CASTELEC S.A. DE C.V. ST - AA3	
ESPACIO	USO
1-3-5	UC13 +UE13
7-9-11	UC14 +UE14
13-15-17	UC15 +UE15
2-4-6	UC16 +UE16
8-10-12	UC17 +UE17
14-16-18	UC18 +UE18
20-22-24	UC19 +UE19
NOTAS	
CLAVE	DESCRIPCION
UC13	UNIDAD CONDENSADORA #13
UE13	UNIDAD EVAPORADORA #13

FIGURA 17 DESCRIPCION DE CARGA DEL TABLERO AA3

UNIDADES A/C	ZONAS
U17-U19	RESERVORIO
U15	PRODUCCION Y COMUNICACION
U14	R.H
U13	SALA DE ESPERA
U16	NO ESTA EN ESTA ZONA MEDIDAS

TABLA 14. ZONAS DE COBERTURA DEL SUB-TABLERO AA3

PERFIL DE DEMANDA DE 7 DÍAS DEL 23/7/2013 AL 30/7/2013

POTENCIA A/C SUB-TABLERO AA3

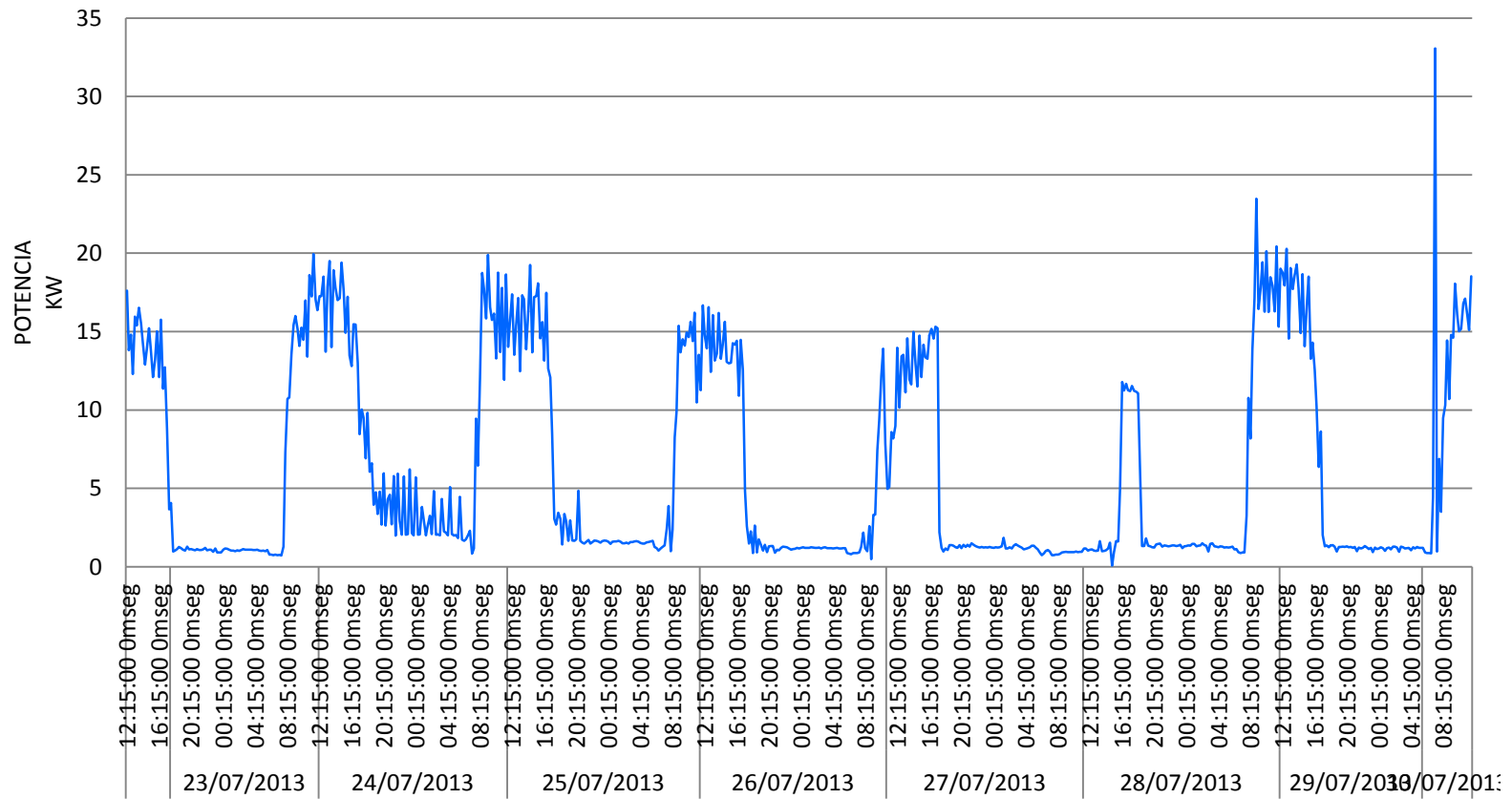


GRAFICO 6 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO AA3

ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA.

Del gráfico anterior se obtiene la potencia máxima.

Valor Máximo = 33.06 kW se da el 30/7/2013 a las 7:15 am

Banda Horaria	kWh	Tarifa \$/ kWh	Sub Total en \$
Punta	71.765	0.20872	\$15.20
Resto	870.685	0.21063	\$186.14
Valle	63.1075	0.206517	\$13.22
Total	1005.5575		\$214.56

TABLA 15. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA TABLERO AA3

○ MEDICIÓN DE CARGAS DEL SUB-TABLERO UPS Y SERVIDORES.

En esta sección se toman los datos de demanda que maneja el ups, los cuales están constituidos por el equipo informático del edificio Administrativos de LaGeo y además del servidor.

Como se puede observar en la siguiente gráfica, para el periodo nocturno, el servidor permanece en funcionamiento, es ahí donde puede apreciar una carga constante, de aproximadamente 10kW de potencia.

Para este caso no hay conectados otros equipos eléctricos o luminarias, ya que es un equipo dedicado únicamente para manejar la carga de las computadoras en general.

SUB TABLERO DE EQUIPO INFORMÁTICO CON PERIODO DE MEDICIÓN 11/11/2013 AL 17/11/2013

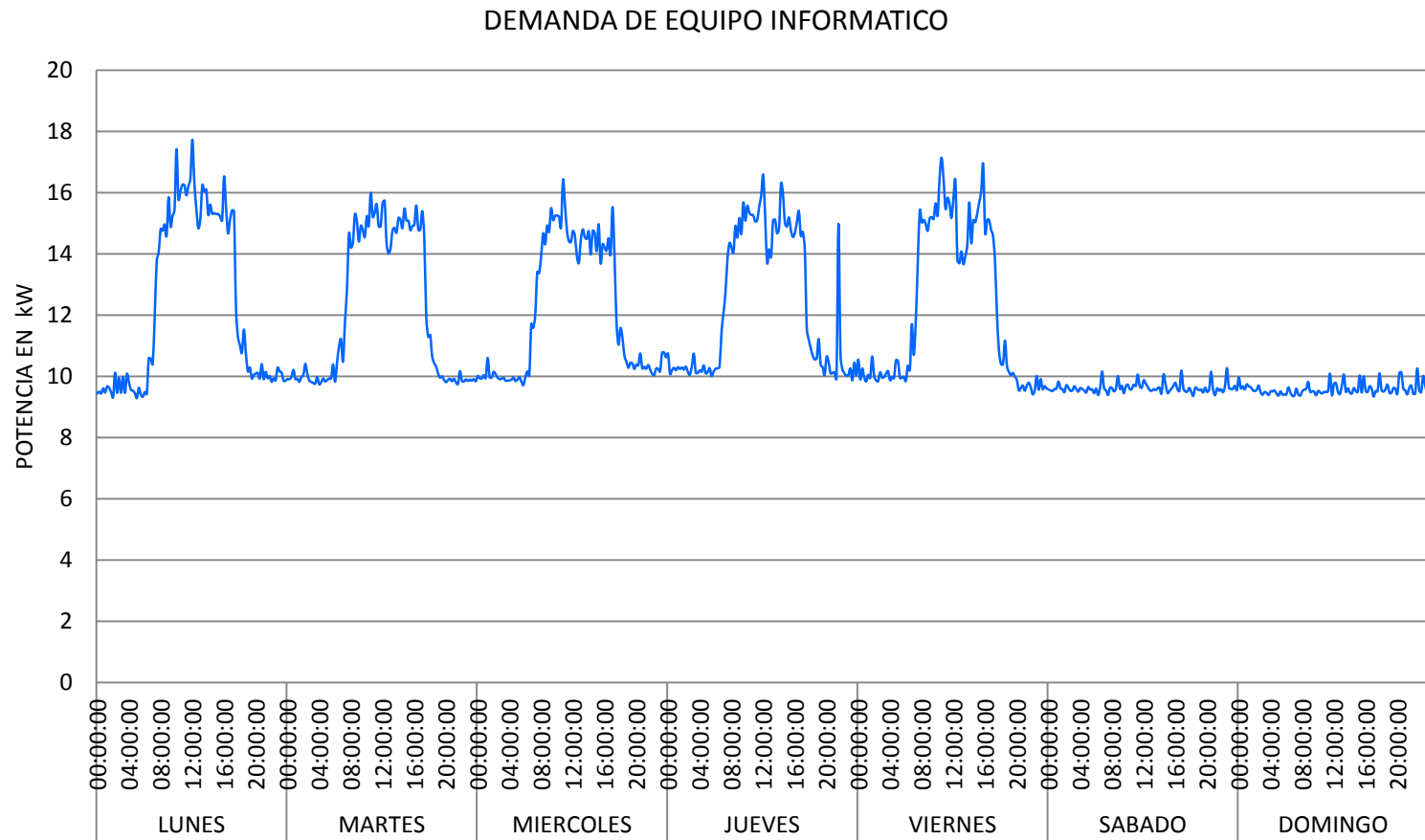


GRAFICO 7 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO EQUIPO INFORMATICO

ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA.

Máximo valor de potencia demandada. 17.73 kW que se dio en el día 11/11/2013 a las 12:00:00 pm.

CALCULANDO EL CARGO DE ENERGÍA PARA LA MEDICIÓN.

Energía Consumida en 168 horas de medición y debido a que la medición se encuentra en el lado de baja se le ha aplicado un factor de 1.015 por pérdidas de transformación de energía y potencia.

	ENERGIA KWH	SUB TOTAL
PUNTA	352.65	\$74.71
RESTO	1160.01	\$248.00
VALLE	414.705	\$86.93
TOTAL SEMANA	1956.275475	\$409.64
TOTAL MES	8384.03775	\$ 1,755.58

TABLA 16. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA EQUIPO INFORMÁTICO

NOTA.

Este sub-tablero representa el 44% de la carga total del tablero general de la sub-estación de 225 KVA.

○ MEDICIÓN TOTAL DE LUMINARIAS Y EQUIPO DE OFICINA DEL TABLERO GENERAL.

Se midieron 2 unidades de aire acondicionado de 4 toneladas tipo mini Split cada uno, están instalados en la cafetería y conectados en el tablero general del edificio.

MEDICIONES DE LUCES Y TOMAS TOTALES

PERFIL DE DEMANDA DE 1 MES DEL 18/8/2013 AL 18/9/2013

DEMANDA LUCES Y EQUIPOS DE OFICINA kW

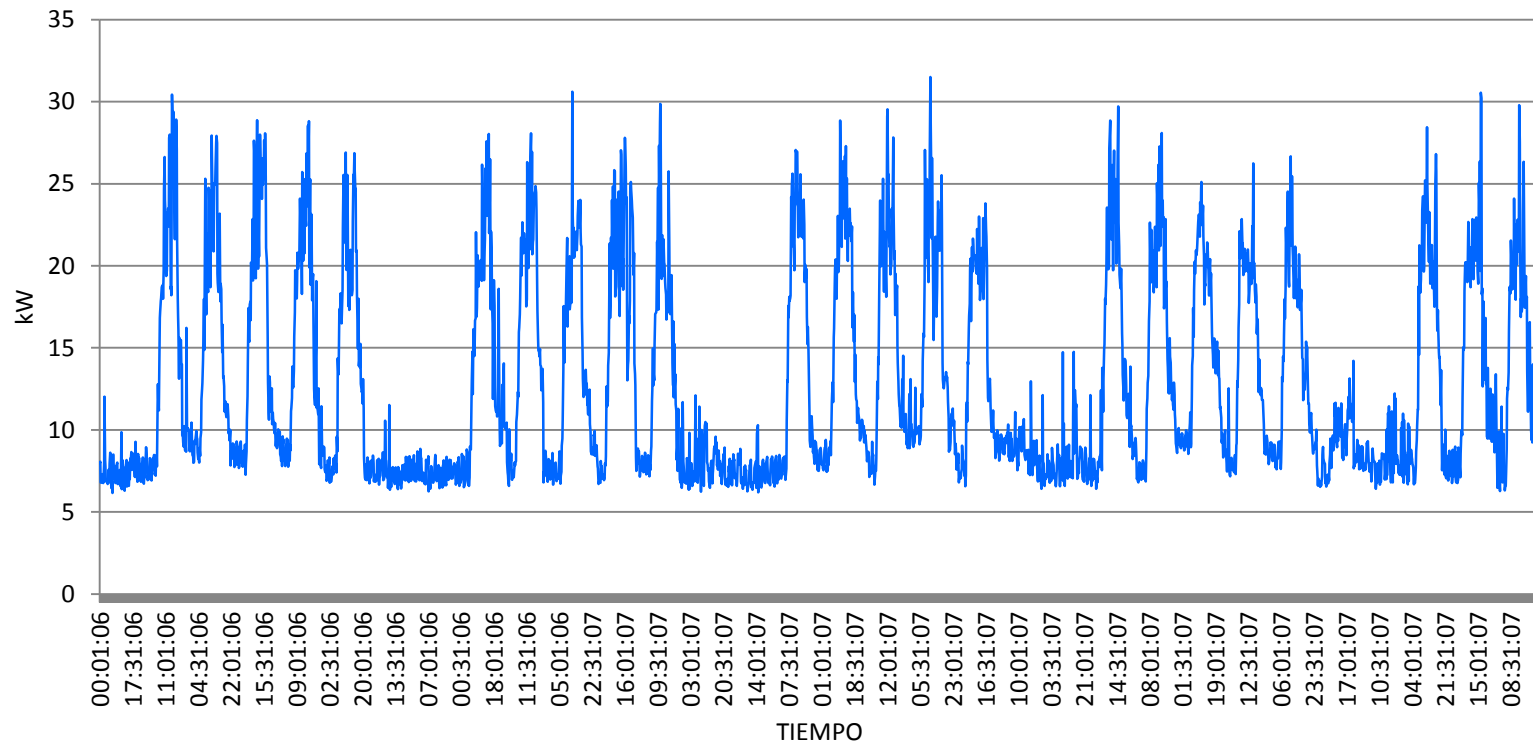


GRAFICO 8 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO GENERAL DE LUCES Y TOMAS

ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA.

(La medición está en media tensión).

Calculando el cargo por energía Consumida en este periodo de medición.

	ENERGIA kWh	SUB TOTAL
PUNTA	1689.2625	\$ 322.75
RESTO	6563.3275	\$ 1,265.48
VALLE	1574.8325	\$ 297.72
	9827.4225	\$ 1,885.9514

TABLA 17. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA TABLERO GENERAL DELUCES Y TOMAS.

Cargo de Distribución

05/09/2013	11:01:07	31.5
------------	----------	------

$$\text{Cargo de distribución} = 31.5 \text{ Kw} * 6.836782 = \$215.358633$$

Cargo Fijo

$$\text{Cargo fijo} = \$0.963463$$

$$\text{Total sin IVA} = \$1,885.9514 + \$215.358633 + \$0.963463$$

$$\text{Total sin IVA} = \$2,102.27$$

$$\text{Total con IVA} = \$2,375.57$$

OBSERVACIÓN. Existe en la cafetería un sub tablero en el cual se conectan dos aires mini Split los cuales están conectados en la subestación de luces y tomas, para aclarar que existen cargas diferentes a luces y tomas en esta subestación.

○ MEDICIÓN TOTAL DE AIRES ACONDICIONADOS DEL TABLERO GENERAL.

Unidades de A/C	Capacidad en (Toneladas)	Voltaje nominal
37	185	208-230
4	16	208-230
Total 41	201	

TABLA 18 DESCRIPCIÓN DE LA CARGA MEDIDA

Subestación	Sub Tablero	Cargas	Fecha de medición	Conexión de la subestación eléctrica
Subestación principal de aires acondicionados 300kva instalados	AA1,AA2,AA3, AA4,AA5	Aires acondicionados	18/8/2013 al 18/9/2013	Y/Y aterrizada.

TABLA 19.DESCRIPCIÓN DE LA CARGA Y SUB TABLEROS PARA SUBESTACIÓN DE 300 KVA.

MEDICIONES DE AIRES ACONDICIONADOS TOTALES

PERFIL DE DEMANDA DE 1 MES DEL 18/8/2013 AL 18/9/2013

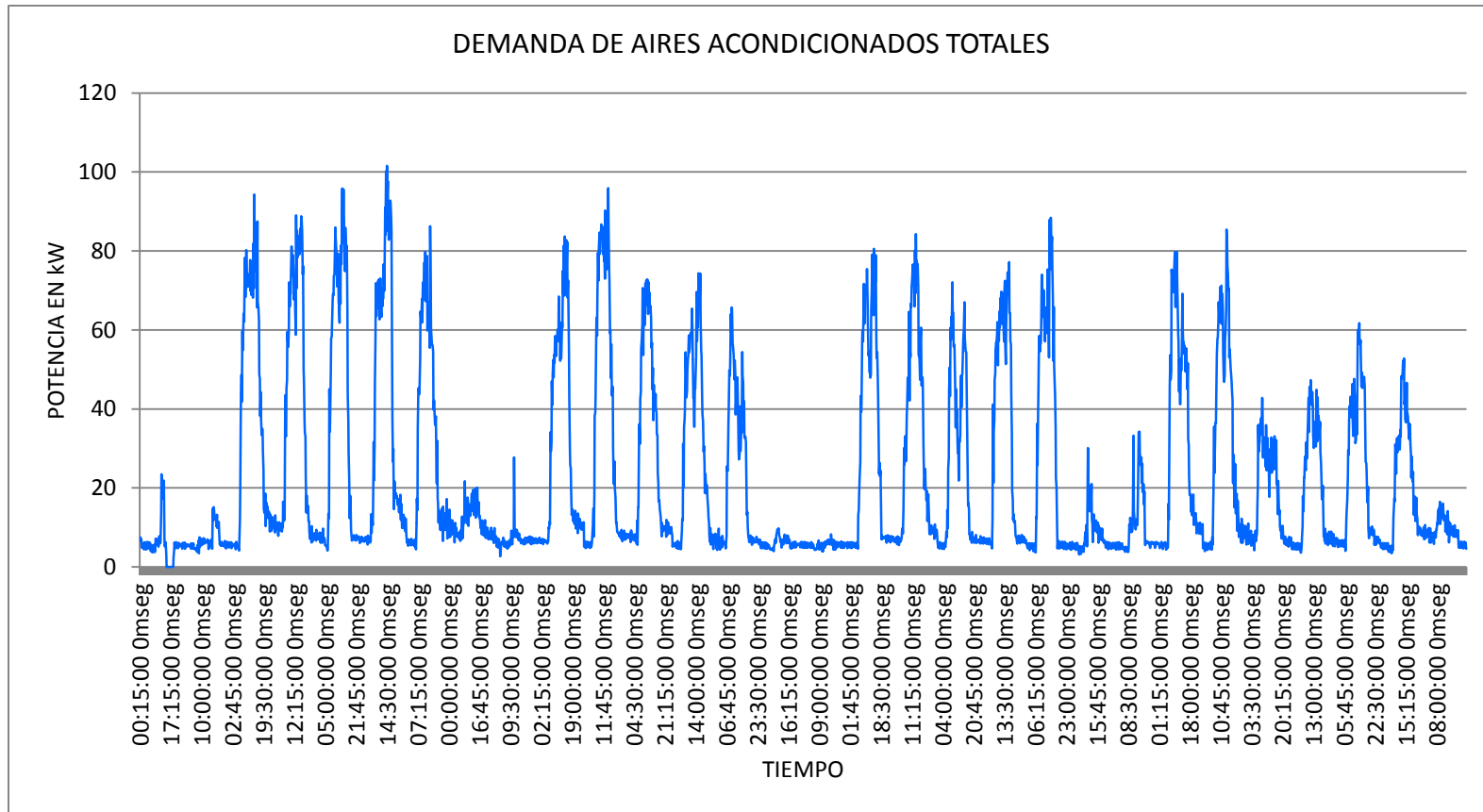


GRAFICO 9 PERFIL DE CARGA DEL TABLERO GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS

ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA.

Energía Consumida en el periodo de medición y como la medición está en baja se ha aplicado el 1.5% a la energía y potencia)

	ENERGIA KWH	SUB TOTAL
PUNTA	1546.0775	\$327.54
RESTO	13618.9175	\$2,911.58
VALLE	1211.4525	\$253.94
	16376.4475	\$2,091.15

TABLA 20. ENERGÍA CALCULADA POR BANDA HORARIA SEGÚN PLIEGO TARIFARIO 2013 PARA EL TABLERO GENERAL DE AIRES ACONDICIONADOS.

Cargo de Distribución 22/08/2013 14:30:00 101.54

$$\text{Cargo de distribución} = 101.54 \text{ Kw} * 21.395565 = \$2205.0933$$

Cargo Fijo

$$\text{Cargo fijo} = \$14.451952$$

$$\text{Total sin IVA} = \$2,091.15 + \$2205.0933 + 14.451952 = \$4,310.70$$

$$\text{Total con IVA} = \$4,871.09$$

3.2 RESULTADOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO DE DATOS PRE A LA CREACIÓN DEL MODELO 3D.

Mediante los planos arquitectónicos se delimitaron las zonas térmicas mediante los criterios definidos en la sección 2.4.1, para su posterior diseño y creación en el modelo 3D que se desarrollara en el capítulo 5.

○ RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.2, GANANCIAS INTERNAS PARA CADA ZONA DEFINIDA.

Zonas	Area total madera 25 mm	Area total puerta madera 16 mm	Area total laminas acero	Area total vidrio	Area total columna de hierro	Pared Concreto	Area tabla roca	AREA TOTAL PORTAVIDRIO METAL
BIBLIOTECA	3.118336	1.8	34.1585	0	16.995	0	22.6967	0
RESERVORIO	40.72578216	0	85.0545	15.6	26.46	0	40.8581	0.48
COMUNICACIONES	24.27368	0	7.3452	6	4.59	0	19.3461	0.48
GAF	59.58606016	5.4	106.40195	7.6	20.655	0	97.0548	0.44
JUNTAS_GAF	6.523734163	0	24.23135	4.8	11.475	0	27.4768	0.24
INFORMATICA	66.82895802	1.8	60.636	7.8	27.54	0	49.9121	0.84
SERVIDORES	7.92	0	14.4159	1.8	0	0	7.075	0
BAÑOS_1	0	0	0	0	0	28.5	16	0
BAÑOS_2	0	0	0	0	35.07	0	16	0
PASILLO	0	0	0	0	35.07	0	6	0
CAFETERIA	28.08	0	0	0	0	7.7	0	0

Zona	Area total madera 25 mm	Area total muebles 20 mm	Area total puerta madera 16 mm	Area total laminas acero	Area total vidrio	Area total columna de hierro	Pared Concreto	Area tabla roca	AREA TOTAL PORTAVIDRIO
INGENIERIA	45.95858268	73.5664	0	73.59715	4.8	36.72	0	22.87168072	0.24
GERENTE DE INGENIERIA	4.634696	1.57	0	6.137	0	2.295	0	18.15	0
OBRAS CIVILES	16.535728	4.71	0	9.2055	0	4.59	0	0	0
GERENTE DE PROYECTOS	4.814696	1.57	0	6.883200359	0	2.295	0	18.7	0
BAÑOS1	0	0	16	0	0	4.59	28.5	0	0
OFICINA PRESIDENCIAL ENEL	4.628672	3.14	0	5.9321	3.2	0	0	0	0.64
PRESIDENCIA	6.698696	1.57	1.8	9.0287	0	6.885	0	7.26	0
GERENCIA COMERCIAL	19.839048	15.8683	0	12.0972	14.2	9.18	0	12.375	2.48
ASESOR DE COMPRAS Y AREA JURIDICA	9.091008	4.71	0	22.8926	12.6	11.475	0	8.908995903	2.16
SALA DE JUNTAS PRESIDENCIA	3.24055	0	0	0	0	0	0	71.01101848	0
GERENCIA GENERAL	15.165704	3.14	0	20.0776	0	0	7.7	18.15	0

TABLA 21. GANANCIAS INTERNAS QUE SE ENCUENTRAN DE NIVEL 1 Y 2 DELAGEO

○ RESULTADO PARA LA SECCIÓN 2.4.3 EQUIPO ELÉCTRICO.

DISPOSITIVOS	RESERVORIOS			COMUNICACIONES Y PRODUCCION			TECNOLOGIA DE INFORMACIÓN Y RRH			CENTRO DE DOCUMENTACIÓN			GAF			CAFETERIA			PASILLO PRIMER NIVEL		
	# de equipo	Watt Unitari	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitari	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales
Computadoras	17	52.7	931.6	5	56.3	281.5	22	57.35	1261.7	1	55	55	27	55	1485						
Fotocopiadoras	1	60	60										1	60	60						
Impresoras				2	54.8	109.6	4	54.8	219.2	1	54.8	54.8	7	54.8	383.6						
Cafeteras													1	115	115				2	150	300
Hornos electricos																1	846	846			
Horno microonda																1	1386	1386			
Cocinas electricas																1	10500	10500			
Refrigeradoras																1	965	965			
Oasis												1	489	489					1	489	489
ventilador																1	1264	1264			
Destruccion de papel													2	30	60						
Contómetros													11	6	66						
Radio													1	40	40						
TV (LED)				1	63.5	63.5							1	127	127						
Audio mudulador																					
Proyectores	1	252	252																		
licuadora																1	450	450			
Laptop																					
Ploter																					
WATT TOTAL/ZONA	19		1243.6	8		454.6	26		1480.9	2		109.8			2825.6	6		15411	3		789

TABLA 22. EQUIPO ELÉCTRICO POR ZONAS CORRESPONDIENTE AL PRIMER NIVEL

	INGENIERIA			COMERCIALIZACION			G.G			PASILLOS 2 NIVEL			OBRAS CIVILES			GERENTE DE INGENIERIA			ASESOR DE COMPRAS Y JURIDICO		
DISPOSITIVOS	# de equipo	Watt Unitari	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales	# de equipos	Watt Unitario	Watts Totales
Computadoras	19	40	760	5	40	200	2	40	80				3	40	120	1	40	40	5	40	200
Fotocopiadoras	1	60	60	1	60	60	2	60	120										1		
Impresoras	5	54.8	274	1	54.8	54.8													3	54.8	164.4
Cafeteras										1	150	150									
Hornos electricos																					
Horno microonda										1	846	846									
Cocinas electricas										1	1386	1386									
Refrigeradoras																					
Oasis																					
ventilador																					
Destruccion de papel				1	30	30													1	30	30
Contómetros						0															
Radio	1	8	8			0															
TV (LED)						0															
Audio modulador						0															
Proyectores						0															
licuadora						0															
Laptop	6	60	360	3	60	180															
Ploter						0															
WATT TOTAL/ZONA	32		1462			524.8	4		200	3		2382	3		40	1		40	10		394.4

TABLA 23. EQUIPO ELÉCTRICO POR ZONAS CORRESPONDIENTE AL SEGUNDO NIVEL

En las tablas anteriores, se presentan de forma rápida, una lista de los diferentes equipos que se encuentran en cada zona, detallando el número de éstos, además se nombran las zonas como se han definido anteriormente, con esta información se puede pasar a la siguiente etapa, la cual consiste en la determinación del número de luminarias por cada una de las zonas, considerando las exteriores en esta etapa.

○ RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.4 LUMINARIAS POR CADA ZONA

AREA/GERENCIA	LUMINARIAS FLUORESCENTES		OJOS DE BUEY		POTENCIA
	T8 (32 w)	T8 (17 W)	LED	INCANDESCENTES	TOTAL
ADMINISTRACION	7	2	0	9	966
PLANIFICACION FINANCIERA Y CONTABILIDAD	11	7	5	18	1857
PASILLO PRIMER NIVEL	14	0	0	80	4896
TECNOLOGIA DE LA INFORMACION	7	2	5	15	1281
RECURSOS HUMANOS	20	9	7	17	2457
AREA DE SERVIDORES	2	0	0	0	128
COMUNICACIONES Y PRODUCCION	7	2	6	6	834
CENTRO DE DOCUMENTACION	4	1	0	13	940
RECEPCION Y SALA DE JUNTAS GAF	5	0	0	11	870
CAFETERIA	17	3	0	19	2140
RESERVORIOS Y MEDIO AMBIENTE	16	0	0	0	1024

AREA/GERENCIA	LUMINARIAS FLUORESCENTES		OJOS DE BUEY		TOTAL
	T8 (32 w)	T8 (17 W)	LED	INCANDESCENTES	
OBRAS CIVILES	3	0	6	0	210
ASESOR DE COMPRAS Y JURIDICO	8	1	0	16	1346
PASILLO	11	0	37	6	1115
GERENTE DE INGENIERIA	1	0	4	0	76
GERENTE COMERCIAL	8	1	0	16	1346
GERENCIA GENERAL	3	0	14	0	234
GERENTE DE PROYECTOS	1	0	7	0	85
INGENIERIA	25	0	21	36	3463
PRESIDENCIA	1	0	2	0	70

TABLA 24. NÚMERO DE LUMINARIAS POR ZONA DEFINIDA.

Una vez se ha completado parte de la etapa anterior, que consiste en luminarias interiores, se complementa con las luminarias exteriores, como se mencionó en los párrafos anteriores.

reflectores del primer nivel tipo ip 65		watt totales
15		6000
reflectores del parqueo tipo ip 65		watt totales
8		3200
reflectores del jardín		watt totales
8		3200
reflectores de entrada principal		watt totales
columnas de cemento	14	2100
columnas de metal	12	1800

TABLA 25. NÚMERO DE REFLECTORES EXTERIORES Y SU POTENCIA.

Con las luminarias por cada zona, se tiene una idea del consumo por área definida, también en la generación de calor, y por ende es de vital importancia para los climatizadores del ambiente, ya que implica mayor trabajo.

A continuación se presenta una tabla donde se detallan las luminarias y el tipo que se encuentran instaladas en las instalaciones de LaGeo.





Nombre luminaria	Imagen alusiva	Descripción
Lámpara fluorescente T8.		<p>Están diseñadas a una potencia de 32 watts y las hay a 17 watts, ambas están instaladas en el edificio de la GEO. Funcionan a un voltaje de 120 VAC y a una frecuencia de 60 Hz.</p>
Ojo de Buey incandescente		<p>Tienen una potencia nominal de 50 watts, y un voltaje de funcionamiento de 120 VAC.</p>
Ojo de Buey tipo LED		<p>Luminaria tipo LED, con una potencia 3 watts, con un voltaje de alimentación de 120 VAC.</p>
Reflector IP 65		<p>Luminaria de tipo exterior, con una potencia nominal de 400 watts, y un voltaje de funcionamiento de 120 VAC.</p> <p>Son utilizadas a la intemperie.</p>

TABLA 26. TIPOS DE. LUMINARIAS EXISTENTES EN EL EDIFICIO.

Ya concluido con el registro de las luminarias existentes en el edificio, se procede a realizar un registro de las personas que hay en las zonas de trabajo, las cuales se detallan como ganancias internas, como se menciona en apartados anteriores.

○ RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.5 PERSONAL POR ZONA

En este apartado, se desarrolla la identificación del número de personas por cada zona, para definirlos en el modelo 3D, con lo cual se obtiene el nivel de actividad del personal que labora en el edificio en estudio.

ZONA	TOTAL PERSONAS
INGENIERIA	21
GERENTE DE INGENIERIA	2
OBRAS CIVILES	3
GERENTE DE PROYECTOS	2
BAÑOS1	
OFICINA PRESIDENCIAL ENEL	0
PRESIDENCIA	1
GERENCIA COMERCIAL	5
ASESOR DE COMPRAS Y AREA JURIDICA	6
SALA DE JUNTAS PRESIDENCIA	0
GERENCIA GENERAL	2
SECRETARIA PRESIDENCIA	2
PASILLO SEGUNDO NIVEL	2

TABLA 28. PERSONAL NIVEL 2

ZONA	TOTAL PERSONAS
BIBLIOTECA	1
RESERVORIO	24
COMUNICACIONES	3
GAF	27
JUNTAS_GAF	1
TECNOLOGIA DE LA INFORMACION	12
RECURSOS HUMANOS	11
SERVIDORES	0
BAÑOS_1	
BAÑOS_2	
PASILLO	5
CAFETERIA	3

TABLA 27. PERSONAL NIVEL 1

○ RESULTADO DE LA SECCIÓN 2.4.6 MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN.

Name	Asbestos-cement board - 3.2mm	G02 16mm plywood	M07 150mm lightweight concrete block (filled)	G01 16mm gypsum board	Fibrous cement sheet 25mm
Roughness	Smooth	Smooth	MediumRough	MediumSmooth	MediumRough
Thickness	0.0032	0.0159	0.1524	0.0159	0.0025
Conductivity	0.58	0.12	0.29	0.16	0.36
Density	1900	544	512	800	700
Specific Heat	1000	1210	880	1090	1050
Thermal Absorptance	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Solar Absorptance	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Visible Absorptance	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Name	M16 300mm heavyweight concrete	METAL Door Medium 18Ga_1	Vidrio	laminate of iron	Std 1.5 MW CONCRETE
Roughness	MediumRough	Smooth	VerySmooth	Smooth	Smooth
Thickness	0.3048	0.0013	0.01	0.0012	0.01
Conductivity	1.95	45.3149	1	47.7	0.858
Density	2240	7833.03	2500	7210	1968
Specific Heat	900	502.08	840	500	836.8
Thermal Absorptance	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Solar Absorptance	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Visible Absorptance	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

TABLA 29 MATERIALES UTILIZADOS EN EL MODELO

Name	Zinc: Cast and Hot-rolled and Galvanizing 1mm	Metal Aluminio	Láminas de acero	Plástico	Hierro	G05 25mm wood
Roughness	Smooth	Smooth	VerySmooth	MediumRough	MediumSmooth	MediumSmooth
Thickness	0.001	0.003	0.008	0.008	0.004	0.0254
Conductivity	110	218	45.3	0.1	53.3	0.15
Density	7130	2700	7830	1100	7340	608
Specific Heat	390	900	500	2000	490	1630
Thermal Absorptance	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
Solar Absorptance	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Visible Absorptance	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	

Material NoMass

Name	Tile: ceramic	AIR
Roughness	Smooth	Smooth
Thermal Resistance	0.009	0.2515
Thermal Absorptance		0.9
Solar Absorptance		0.7
Visible Absorptance		0.7

TABLA 30 MATERIALES NOMASS UTILIZADOS EN EL MODELO

Material: AirGap

Name	F04 Wall air space resistance	F05 Ceiling air space resistance
Thermal Resistance	0.15	0.18

Window Material: Glazing

Name	BRONZE 6MM	CLEAR 3MM	BRONZE 10MM	BRONZE 3MM	Green_10mm_1
Optical Data Type	SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name					
Thickness	0.006	0.003	0.01	0.003	0.102
Solar Transmittance at Normal Incidence	0.482	0.837	0.326	0.645	0.403
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence	0.054	0.075	0.048	0.062	0.053
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence	0.054	0.075	0.048	0.062	0.054
Visible Transmittance at Normal Incidence	0.534	0.898	0.379	0.685	0.742
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence	0.057	0.081	0.05	0.065	0.073
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence	0.057	0.081	0.05	0.065	0.073
Infrared Transmittance at Normal Incidence	0	0	0	0	0
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Conductivity	0.9	0.9	0.9	0.9	0.546
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittance					1
Solar Diffusing					No
Young's modulus					72000000000
Poisson's ratio					

TABLA 31 MATERIAL PARA LAS VENTANAS Y PUERTAS DE VIDRIO

CONSTRUCCIÓN

Name	PARED INTERIOR TABLA ROCA	TECHO LOSETA FIBROLIT	PUERTA VIDRIO BRONZE	TECHO PLENUM	VENTANA COLOR BRONZE
Outside Layer	G01 16mm gypsum board	Fibrous cement sheet 25mm	BRONZE 3MM	Tile: ceramic	BRONZE 3MM
Layer 2	F04 Wall air space resistance			M16 300mm heavyweight concrete	
Layer 3	G01 16mm gypsum board				

Name	MADERA	VIDRIO	VENTANA COLOR CLARO	PARED EXTERIOR BLOQUE CONCRETO	PISO INTERIOR
Outside Layer	G02 16mm plywood	Vidrio	CLEAR 3MM	Std 1.5 MW CONCRETE	M16 300mm heavyweight concrete
Layer 2				M07 150mm lightweight concrete block (filled)	Tile: ceramic
Layer 3				Std 1.5 MW CONCRETE	

TABLA 32 CONSTRUCCIONES DE LAS CAPAS PARA CADA MATERIAL

Name	PARED DE AIRE	PUERTA MADERA	TECHO LAMINA	PISO PLENUM	PARED INTERIOR BLOQUE CONCRETO
Outside Layer	AIR	G02 16mm plywood	Zinc: Cast and Hot-rolled and Galvanizing 1mm	Fibrous cement sheet 25mm	Std 1.5 MW CONCRETE
Layer 2		AIR			M07 150mm lightweight concrete block (filled)
Layer 3		G02 16mm plywood			Std 1.5 MW CONCRETE

Name	METAL	VENTANA VIDRIO VERDE	PUERTA VIDRIO VERDE	PORTA VIDRIO DE ALUMINIO	TECHO DE AIRE
Outside Layer	METAL Door Medium 18Ga_1	Green_10mm_1	Green_10mm_1	Metal Aluminio	AIR
Layer 2				Metal Aluminio	
Layer 3					

TABLA 33 CONSTRUCCION DE LAS CAPAS PARA CADA MATERIAL

RESUMEN DE EQUIPOS, LUMINARIAS Y AIRES ACONDICIONADOS DEL EDIFICIO.

En lo referente a las luminarias como se muestra en la tabla 26, todas las luminarias son del tipo T08, de 32 y 17 watts, y se cuenta con luminarias ojos de buey del tipo incandescentes de 50 watts cada uno y del tipo LED, de 3 watts cada una, respectivamente.

Para el caso de las computadoras del edificio, se dispone de varios modelos tanto recientes como no recientes.

Para el caso de los aires acondicionados, se disponen de equipos de 4 y 5 totales, con los cuales se climatiza las instalaciones del edificio a estudiar, los AA de la cafetería son de 4 toneladas

Se observa que en la distribución de los equipos de aires acondicionados, que se ha hecho un diseño para un modelo de edificio, pero con las modificaciones hechas al mismo, solo se ha realizado una reestructuración de los mismos, y no un nuevo diseño para poder dimensionar y poder obtener así un mejor control de las variables involucradas.

Marca	Modelo	B TU/h/Ton	Voltaje	Alimentación eléctrica	cfm [†]	EER ^{††}
York	HABA-T0483A	48000 / 4	208/230	3	3250	9.5
York	HABA-T0605A	60000 / 5	208/230	3	3450	10.25
[†] cfm: feet cubic per minutes(pies cúbicos por minuto) ^{††} EER: Energy Efficiency Ratio es el coeficiente de eficacia frigorífica						

TABLA 34 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS

Con los datos mostrados anteriormente, se da por concluido, la toma de datos y muestra de datos del edificio y de los equipos y luminarias que se encuentran y de los aires acondicionados de las instalaciones.

4. FACTURACIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO LAGEO S.A DE C.V

Con el análisis de la facturación energética en el edificio administrativo de LaGeo, no solo se pretende mostrar el análisis del perfil de carga que demanda el edificio en estudio, sino que se analiza las áreas más emblemáticas en cuanto al consumo energético.

Con el estudio de facturación, se puede analizar las áreas de mayor demanda, que a menudo se les llama a veces áreas críticas, ya que son las que demandan mayor cantidad de energía, haciendo énfasis en las zonas donde se tiene una gran cantidad de aires acondicionados.

Las recomendaciones en cuanto al análisis presentado aquí se retoman en los siguientes apartados que se presentan a lo largo del capítulo.

4.1 FACTURACIÓN ENERGÉTICA.

El análisis de la facturación se hace en referencia a dos puntos de entrega, que corresponde a uno de 225 kVA, que es utilizado para luminarias y para equipos de oficinas, el otro punto corresponde a una acometida de 300 kVA, se utiliza solo para el suministro de los aires acondicionados del edificio Administrativo.

No. Contrato		
No. Medidor	492910	222564
Tipo de medidor	GDH, gran demanda media tensión	GDH, gran demanda media tensión
Potencia Contratada	127.00 kW	192.00 kW
Dirección del Suministro	Calle al Puerto, 90 colonia Utila	Calle al Puerto, 90 colonia Utila

TABLA 35 ACOMETIDAS DISPONIBLES EN LAS INSTALACIONES DE LA GEO

En la tabla anterior se muestra las acometidas, detallando las demandas de contrato, el tipo de medición para la facturación del consumo energético.

Con los datos adquiridos de las facturaciones, se puede obtener información sobre la demanda que presenta el edificio.

Entre los datos de importancia que se pueden analizar están:

- Energía consumida (kWh).
- Demanda facturada (kW).
- Días facturados.
- Tarifas del periodo.

Con los datos mencionados, se puede realizar un análisis partiendo de una hoja de cálculo electrónica, lo cual puede simplificar el proceso, todo esto se puede llevar a cabo para un periodo determinado, y que para lo cual se puede referir individualmente o agrupando los consumos de tal forma que se puedan visualizar los cambios y variaciones de cada mes con respecto a los demás.

CONSUMO DE ENERGÍA 2013

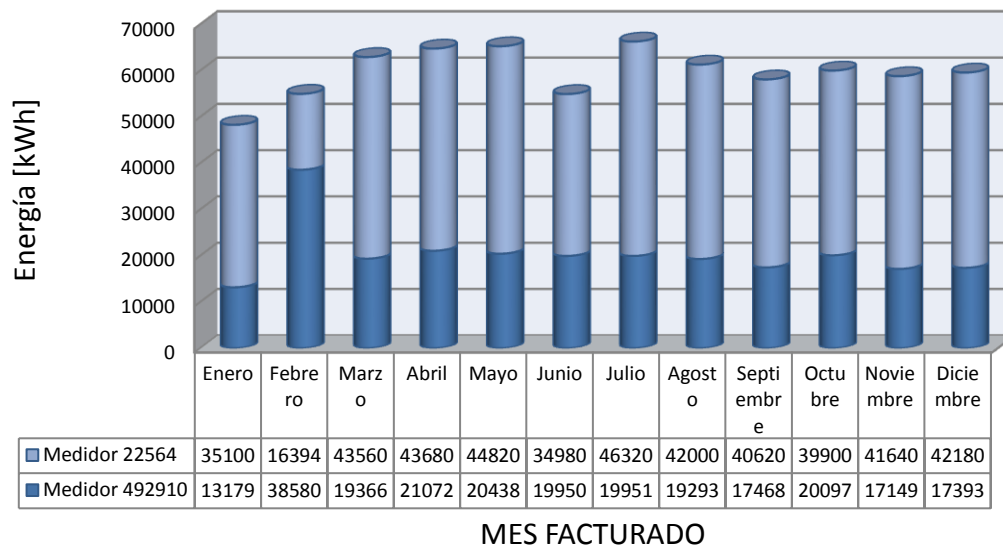


GRAFICO 10 CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL, CORRESPONDIENTE AL AÑO 2013

El medidor 492910, corresponde al suministro de aires acondicionados, el medidor 22564, corresponde a la acometida que brinda el servicio de luminarias y tomas, y a la parte del laboratorio.

Para el caso del análisis de la demanda energética, se aclara que solo se tomaron medidas de los tableros generales y sub-tableros, que corresponde a luminarias, equipo de oficina y aires acondicionados del edificio administrativo, no incluyendo los equipos eléctricos y AA de laboratorio, razón por la cual los datos proporcionados por la empresa distribuidora pueden diferir de los simulados y medidos.

Mes	182181	492910	Potencia 492910	222564	Potencia 222564	Cantidad
Enero	\$318.17	\$2,518.55	\$544.58	\$6,623.28	\$915.37	\$10,919.95
Febrero	\$311.86	\$3,023.65	\$707.95	\$7,066.86	\$1,006.72	\$12,117.04
Marzo	\$303.43	\$3,569.27	\$733.93	\$7,978.68	\$1,084.66	\$13,669.97
Abril	\$309.96	\$3,887.68	\$746.92	\$8,015.81	\$1,149.60	\$14,109.97
Mayo	\$273.43	\$3,819.15	\$746.92	\$8,364.17	\$1,169.09	\$14,372.76
Junio	\$322.90	\$3,728.60	\$727.43	\$6,531.94	\$1,039.19	\$12,350.06
Julio	\$296.92	\$3,741.01	\$727.43	\$8,670.57	\$1,169.09	\$14,605.02
Agosto	\$295.50	\$3,727.57	\$733.93	\$8,080.16	\$1,117.13	\$13,954.29
Septiembre	\$320.58	\$3,374.71	\$675.47	\$7,814.32	\$1,084.66	\$13,269.74
Octubre	\$330.13	\$3,867.14	\$668.98	\$7,650.24	\$1,078.16	\$13,594.65
Noviembre	\$300.47	\$3,137.48	\$610.52	\$7,574.35	\$1,065.17	\$12,687.99
Diciembre	\$327.04	\$3,181.79	\$597.53	\$7,666.78	\$1,019.71	\$12,792.85
Total	\$3,710.39	\$41,576.60	\$8,221.59	\$92,037.16	\$12,898.55	\$158,444.29
Promedio						\$13,203.69

TABLA 36 FACTURACIÓN MENSUAL

En cuanto al análisis de los aires acondicionados, se observa que se mantiene casi constante la demanda energética, observándose un incremento que corresponde al mes de febrero, el cual se puede atribuir a que es un mes caluroso, se espera obtener disminuciones en los meses que están en invierno, aunque por lo general marzo y abril se esperaría que presenten el mismo comportamiento como lo tiene febrero, ya que son considerados los meses más calurosos.

IDENTIFICACIÓN DE LOS EDIFICIOS CRÍTICO.

En las instalaciones del edificio LaGeo, no se tiene una medición individual de las diferentes zonas definidas en el modelado energético, ya que un solo sub-tablero alimenta varias zonas simultáneamente, y que además no se contaba con el equipo suficiente para realizar las mediciones en forma seccionada.

Debido a que hay dos acometidas de suministro eléctrico, no se puede realizar un análisis separado como se mencionó anteriormente para un mismo periodo de tiempo, en el caso

de la simulación, si es posible realizar separadamente las comparaciones, pero para el caso de hacer este tipo de análisis, se debe calibrar el modelo de tal forma que se tenga un error aceptable desde el punto de vista de ingeniería.

En cuanto a los resultados obtenidos con las mediciones hechas con los analizadores de red, solo se realizó para una semana en los sub-tableros, y para un mes en el tablero general, tanto para aires acondicionados como para luminarias en el edificio.

Con los resultados de la simulación si se puede tener por separado para cada zona, pero solo puede ser aceptado un resultado como el mencionado si se siguen las reglas que se detallaron anteriormente en cuanto a la calibración del modelo energético del edificio en estudio.

En este apartado se procede a identificar cuales zonas son las de mayor consumo energético con respecto a aires acondicionados, ya que en las mediciones efectuadas, se observa que para el caso los aires acondicionados, demandan el 57% de la energía facturada mensualmente.

Pero en base a lo anterior, se puede identificar las zonas dentro del edificio que demandan mayor cantidad de energía, ya que puede ser que haya una mala instalación de los aires acondicionados, un mal dimensionamiento de los mismos.

En base a lo anterior, no solo es de vital importancia el análisis de los aires acondicionados, sino también con respecto a los accesorios utilizados, como por ejemplo si las persianas van por dentro o por fuera del edificio, como influyen las mismas en el calentamiento del interior del edificio, el material del que están hechos, si son metálicos o no.

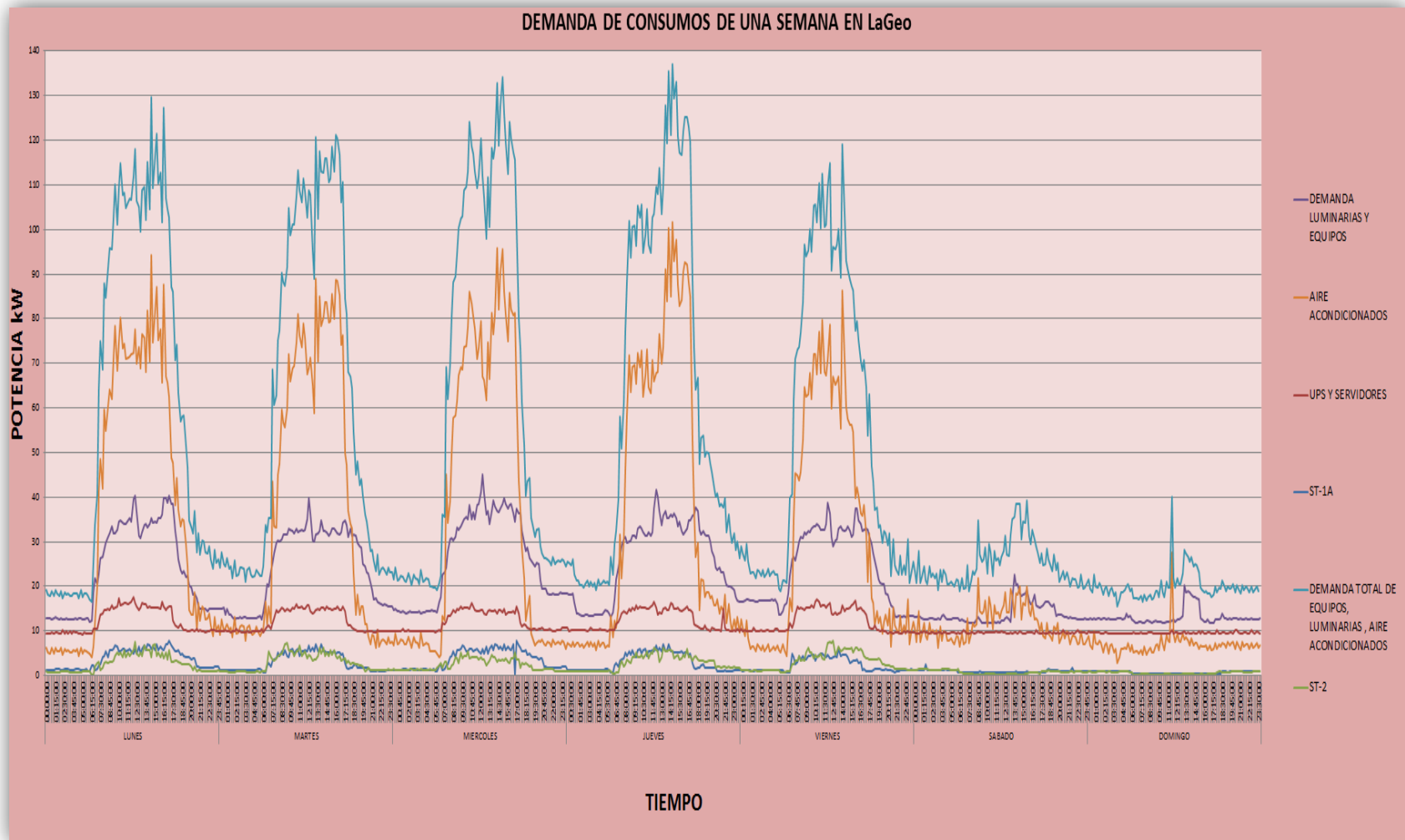


GRAFICO 11 DEMANDA DEL EDIFICIO, LUCES, AA, UPS, Y TOTALES PARA UNA SEMANA DE MEDICION

4.2 DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE LA CARGA EN ESTUDIO MÁS REPRESENTATIVA DE LAS INSTALACIONES ADMINISTRATIVAS DE LAGEO SA DE CV.

LUMINARIAS Y EQ. DE OFICINA (7.38 MWh)	7384.386
EQUIPO INFORMATICO (8.38 MWh)	8384.03775
AIRES ACONDICIONADOS (20.6MWh)	20614.88925
TOTALES	36383.313

TABLA 37. DEMANDA ENERGETICA MENSUAL DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO

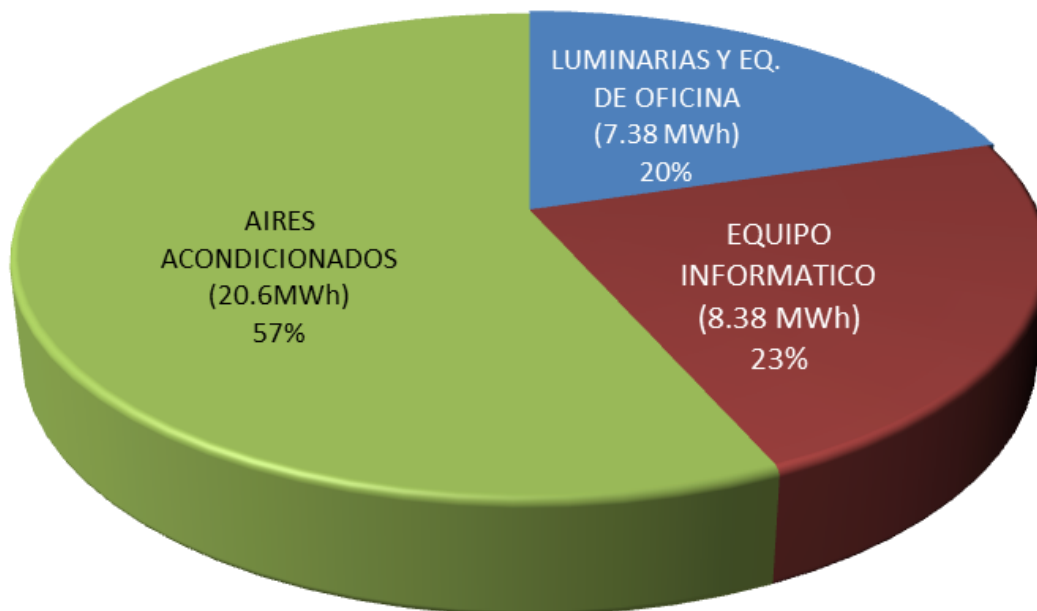


GRAFICO 12 PORCENTAJE DE LA DEMANDA TOTAL SECCIONÁNDOLA EN TRES ÁREAS.

Los resultados anteriores, que se muestran en el gráfico 12, son tomados de mediciones reales que se realizaron en los diferentes sub-tableros del edificio Técnico Administrativo de La GEO.

Como se mencionó en el capítulo I, en la referencia teórica, según datos manejados por el CNE, los aires acondicionados demandan aproximadamente el 50 % y para el caso se tiene el 57%, para las luminarias un 28%, y se tiene para el edificio 20%, es decir hay un 8% menos que los datos manejados por el CNE.

Para el caso de equipo informático, 23% que es un valor elevado comparado con los proporcionados por el Consejo Nacional de Energía.

Esto se puede atribuir a que en los tableros con una determinada carga, no son dedicados para ese propósito, si no que se conectan equipos como oasis, cafeteras y otros equipos.

Con la información recolectada, por medio de entrevistas al Ing. Fredy Cortez, que es el encargado de la parte administrativa y de mantenimiento del edificio, comentó que las zonas más emblemáticas son Reservorios, y en parte la GAF, a continuación se presenta en forma de gráfico la demanda de potencia de las dos zonas de mayor consumo, y se compara con las totales, para poder observar el porcentaje de consumo de la energía total facturada mensualmente.

A continuación se puede observar de forma gráfica como las dos zonas antes mencionadas, incluyendo la parte de reservorios, la parte de comunicaciones, recursos humanos y producción.

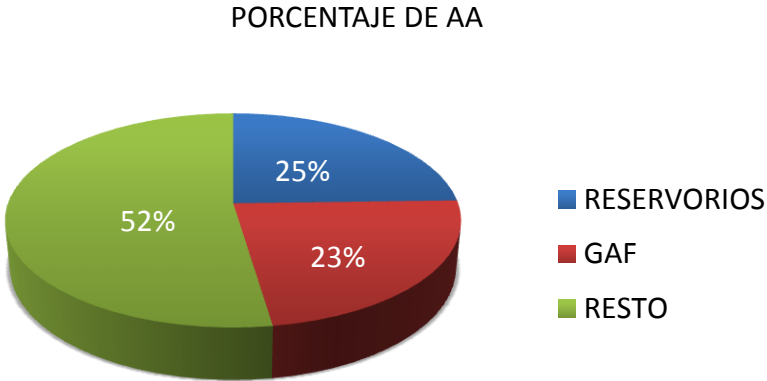


GRAFICO 13. PORCENTAJES DE LOS AA, COMPARACIÓN ZONAS EMBLEMÁTICAS.

Como se puede observar prácticamente el 48% de la carga total de los aires acondicionados, se refiere a las dos zonas mencionadas anteriormente, es de ahí donde se pone especial atención a modificar las condiciones internas, para poder disminuir los costos implicados en la facturación mensual referente a estas zonas.

CAPÍTULO V

5. CREACIÓN DEL MODELO 3D EN SKETCHUP DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO

LAGEO

Para esta etapa del estudio se dan a conocer cada una de las zonas térmicas que constituyen nuestro modelo 3D de la línea base.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS TÉRMICAS.

Nombre de las zonas	Correlativo por cada zona
GAF	A
PASILLO_NIVEL_1	B
GAF_1	C
RH_INFORMATICA	D
BIBLIOTECA	E
GERENTE_INGENIERIA	F
INGENIERIA	G
SERVIDORES	H
PASILLO_NIVEL_2	I
BAÑOS 1,BAÑO3	J
PRESIDENCIA	K
SECRETARIA_PRESIDENCIA	L
OFICINAS_PRESIDENCIA	M
JURIDICO	N
BAÑOS_CAFETERIA	Ñ
GERENCIA_GENERAL	O
OBRAS CIVILES	P
CAFETERIA	Q
TERRAZA	R
SALA_JUNTAS_PRESIDENCIA	S
COMERCIALIZACION	T
BAÑO 2	U
GERENTE_PROYECTOS	V
MA_RESERVORIO	W
COMUNICACIONES	X
PLAFON_CAFETERIA	Y
BAÑO 4	Z

TABLA 38 NOMBRE DE LAS ZONAS CREADAS EN EL MODELO 3D DE LAGEO

En las siguientes imágenes se dan a conocer las zonas térmicas que se diseñaron en el modelo del edificio administrativo de LaGeo.

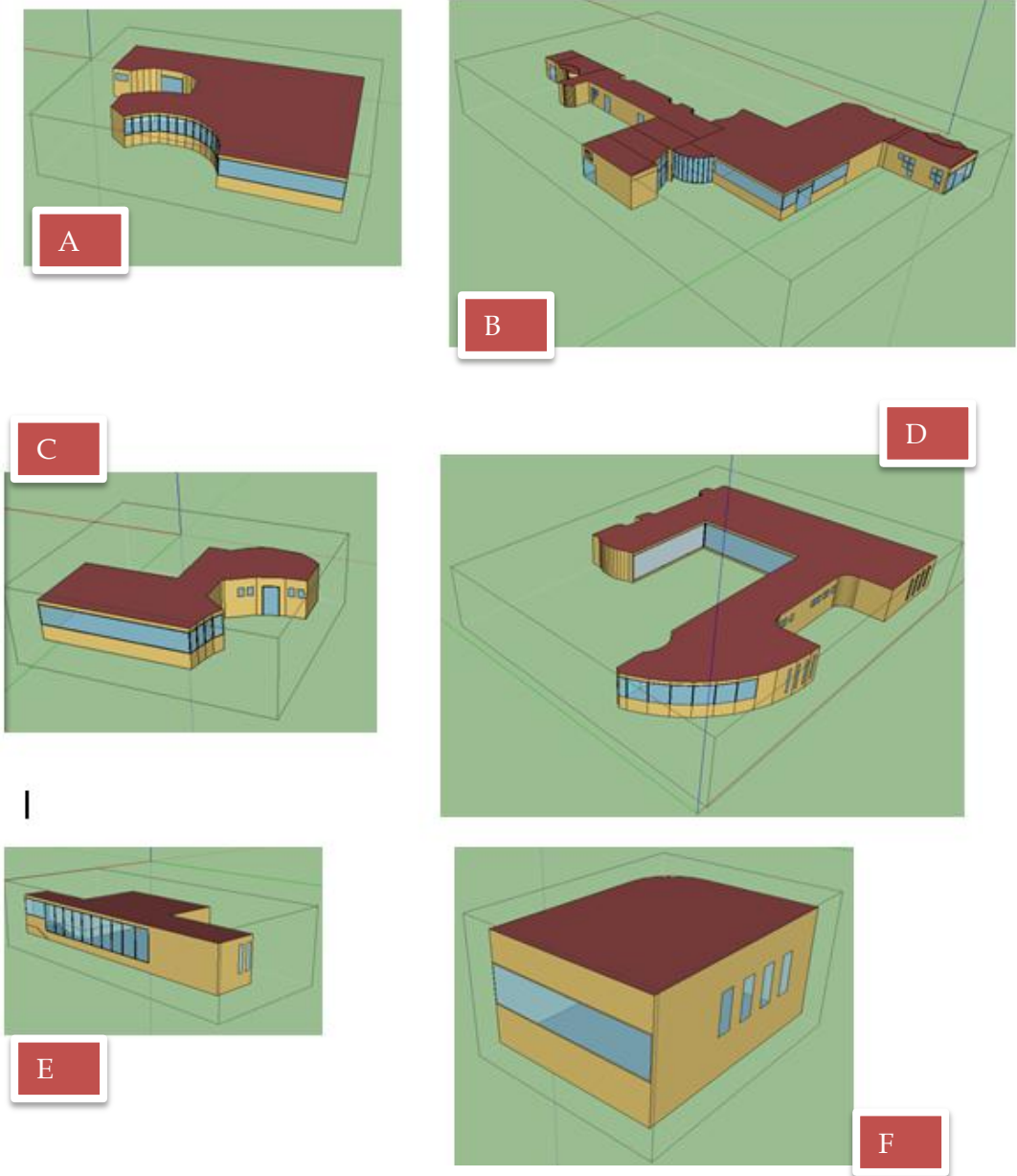


FIGURA 18 GRUPO 1 DE LAS ZONAS TERMICAS DE LAGEO

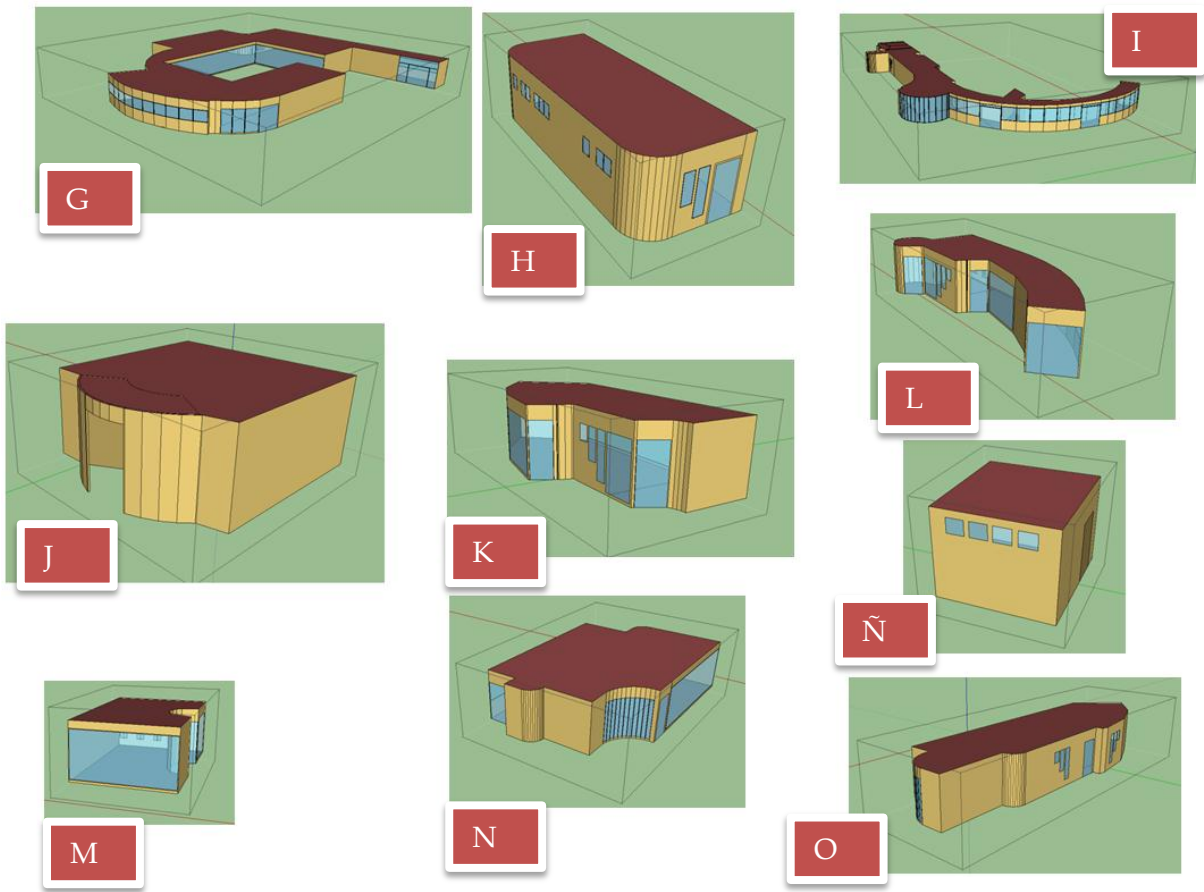


FIGURA 19 GRUPO 2 DE LAS ZONAS TERMICAS DE LAGEO

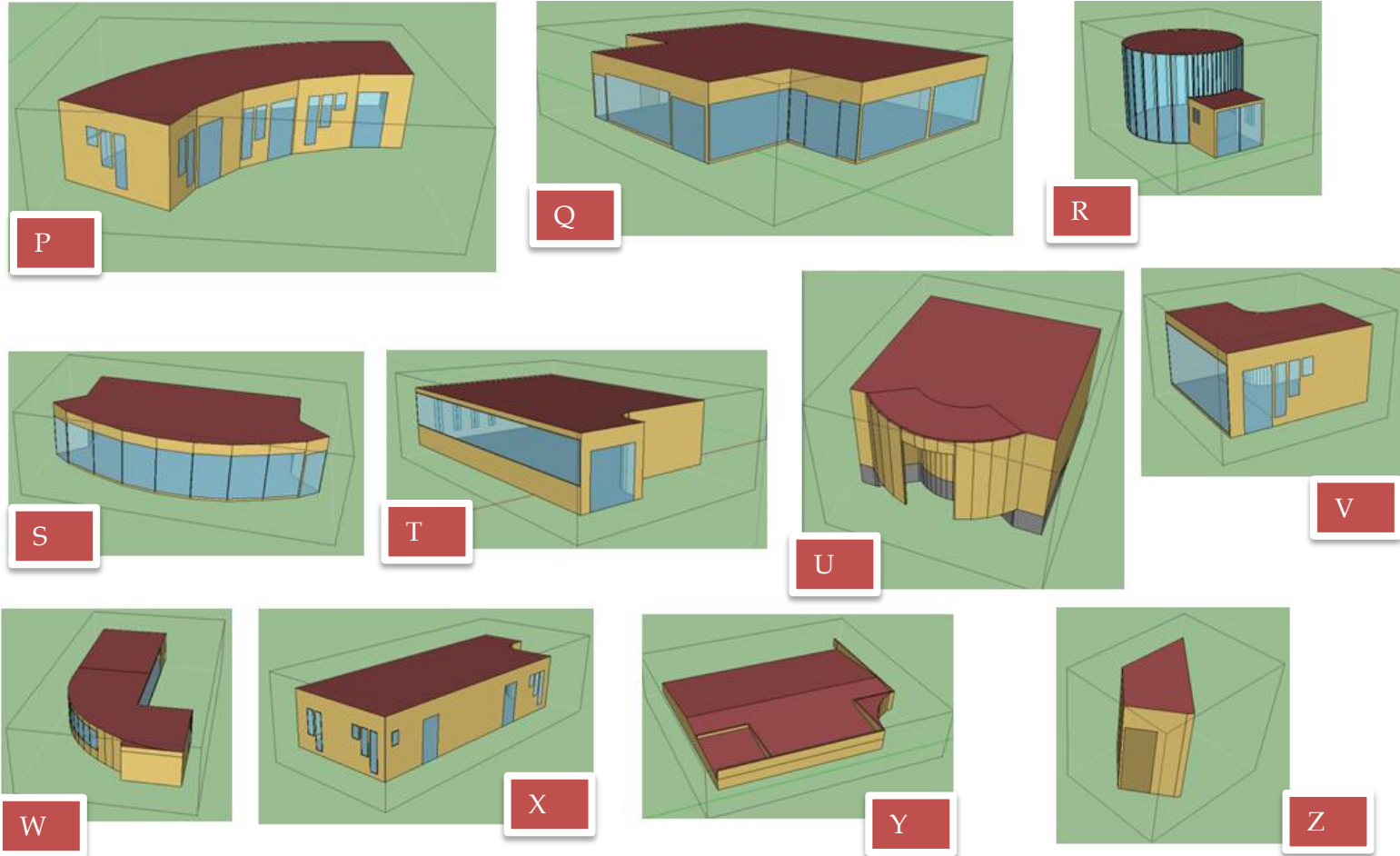


FIGURA 20 GRUPO 3 DE LAS ZONAS TERMICAS DE LAGEO

5.2 UNIFICACIÓN DE LAS ZONAS TÉRMICAS DEL MODELO 3D DE LAGEO.

En esta etapa se integran cada una de las zonas térmicas creadas en la sección anterior, el resultado se muestra en las figuras 21 a la figura 23 a continuación.

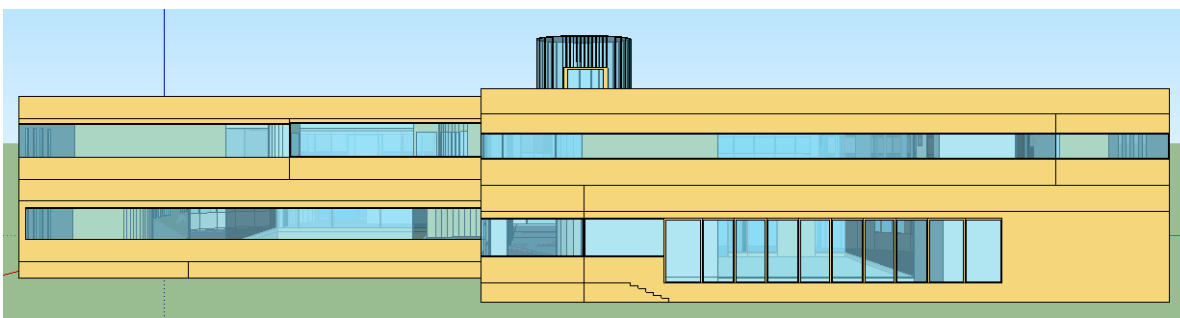
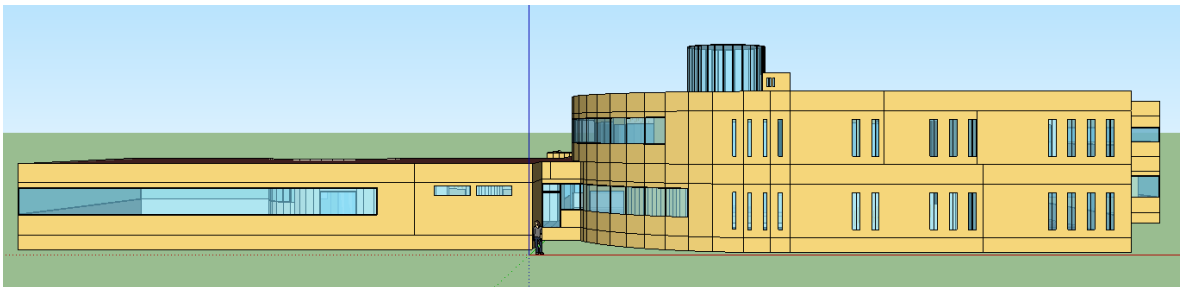
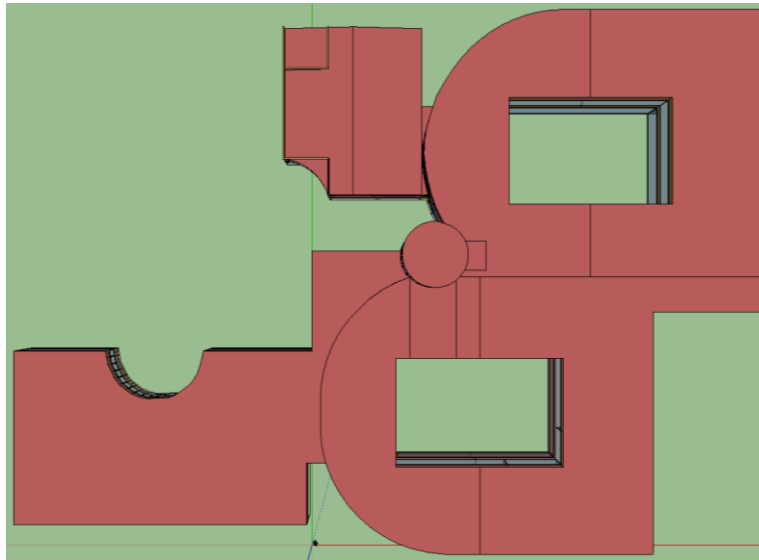


FIGURA 21 VISTAS DESDE DIFERENTES ÁNGULOS DE PERSPECTIVAS.

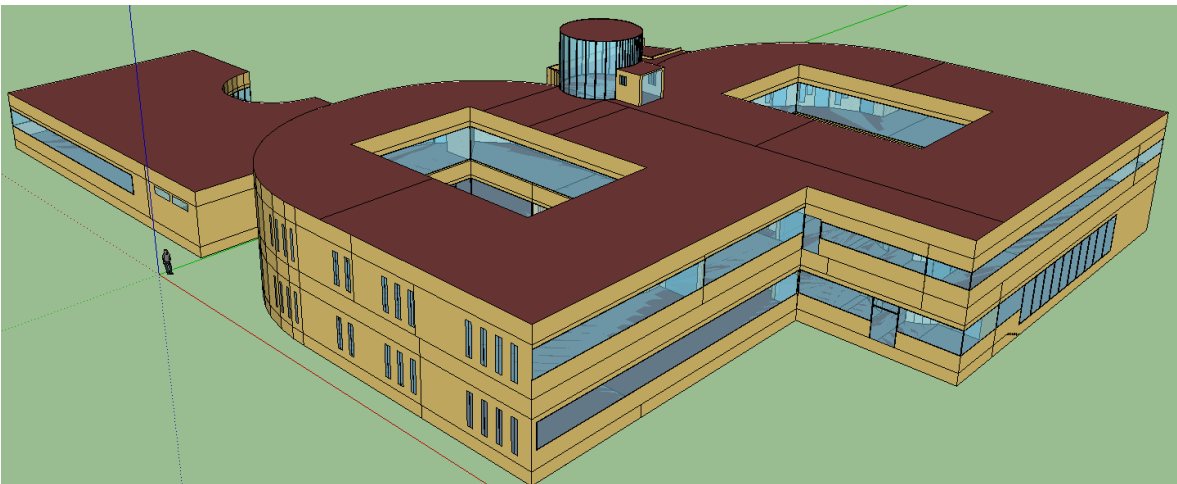
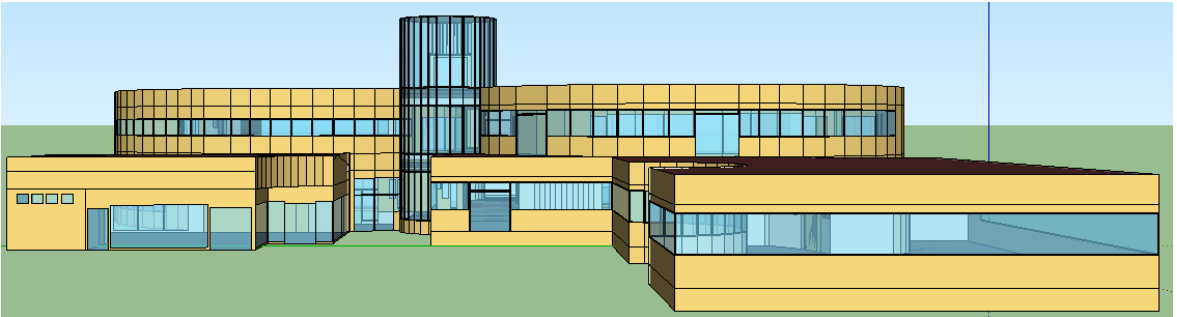
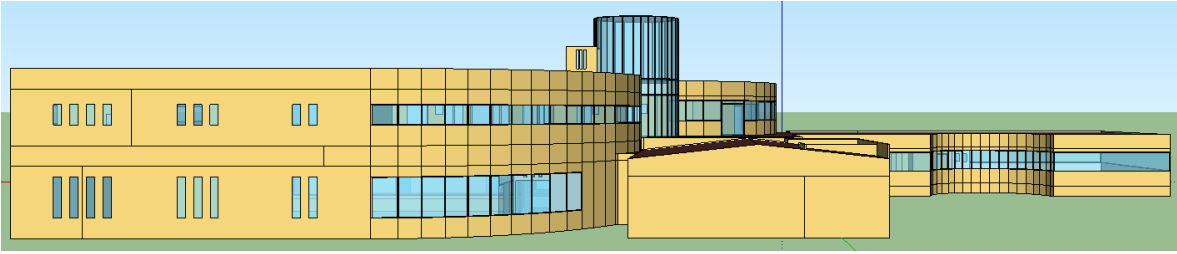


FIGURA 22 VISTAS DESDE DIFERENTES ÁNGULOS DE PERSPECTIVAS (CONTINUACIÓN).

En la figura 22, se muestra las vistas del edificio desde diferentes perspectivas, las imágenes corresponden a las capturas del modelo base creado para el análisis de demanda energética del mismo.

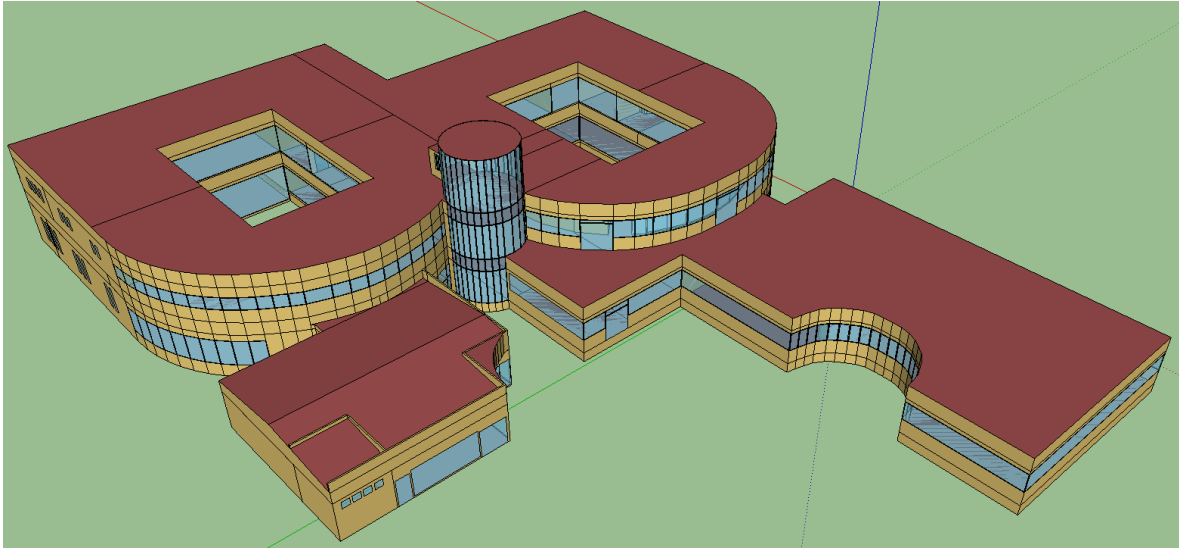


FIGURA 23 VISTA FRONTAL DEL MODELO DEL EDIFICIO DE LAGEO



FIGURA 24. INSTALACIONES DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO LaGeo SANTA TECLA

CAPÍTULO VI

6. PROCESO DE SIMULACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO 3D LÍNEA BASE DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO LA GEO S.A DE C.V

6.1 ETAPAS DEL PROCESO DE SIMULACIÓN.

En esta etapa se efectúa la simulación, mediante los siguientes pasos

- 1- Dar clic en la opción EP-Launch

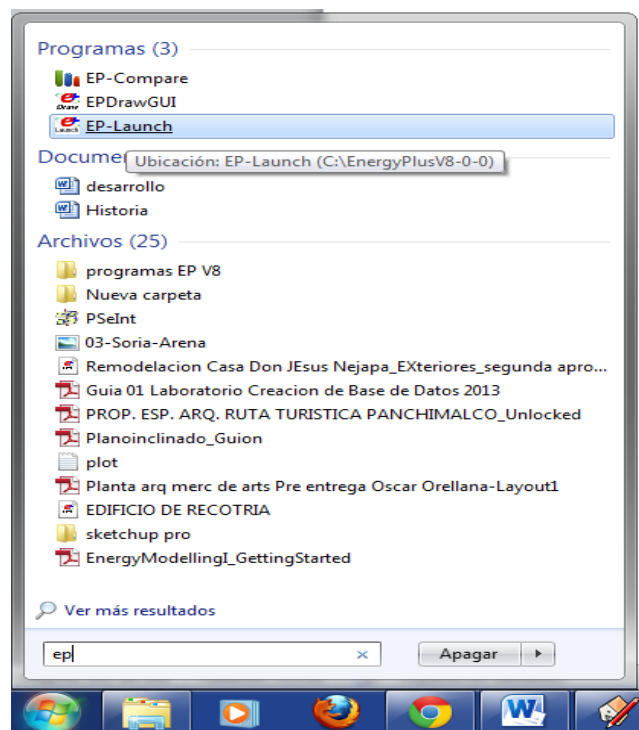


FIGURA 25 INICIO DE EP-LAUCH

Aparecerá la siguiente ventana.

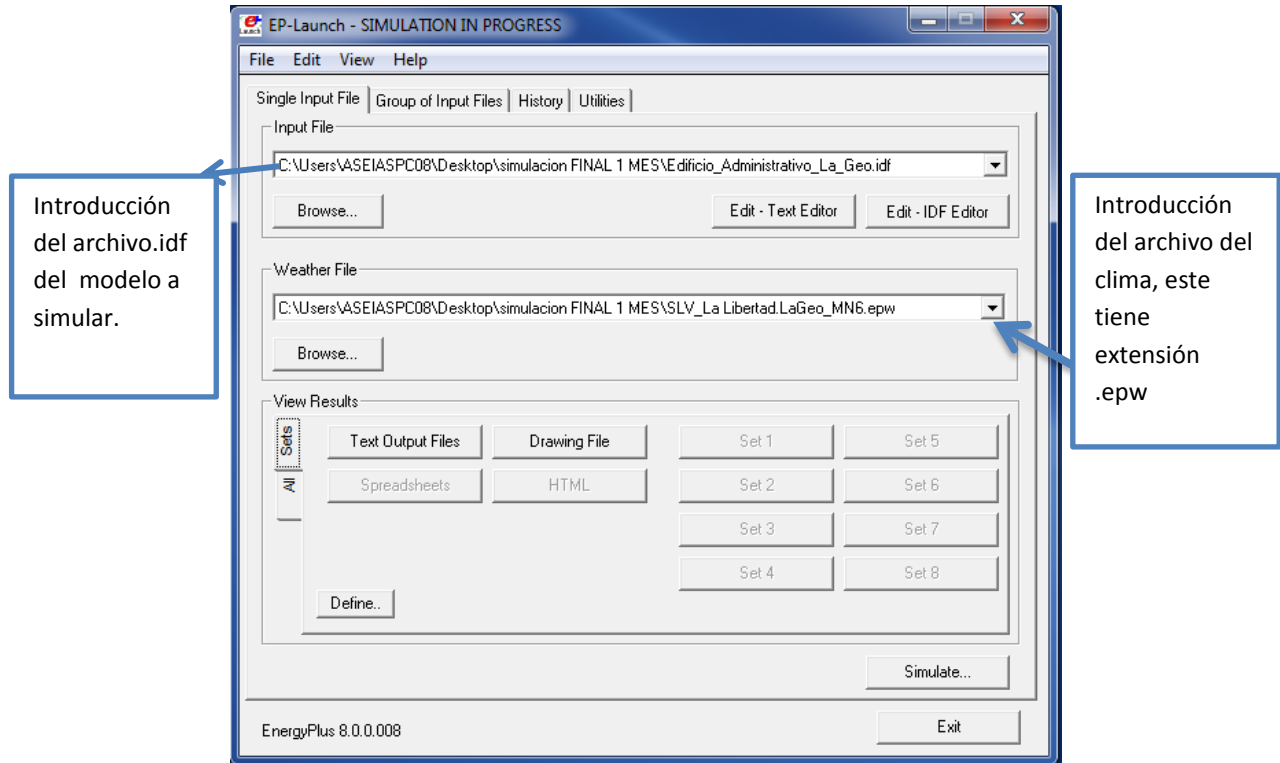


FIGURA 26 INTRODUCCION DE LOS ARCHIVOS IDF, Y DEL CLIMA

Una vez se ha ingresado cada tipo del archivo en su respectivo campo se da clic en la opción simulate, luego aparecerá una ventana en la cual se observan cada uno de los procesos internos que se generan de la simulación, y una vez termine el proceso de simulación, muestra los errores si los hay, en dado caso de que no existan la simulación terminara satisfactoriamente, y se muestra los diferentes formatos de los archivos de salida generados (.txt, .csv, .html, etc.).

A continuación se muestran una serie de imágenes en donde se observan cada una de las etapas del proceso de simulación del modelo en el programa EnergyPlus.

```
0001 - EnergyPlus Process
Initializing Interior Solar Distribution
Initializing Interior Convection Coefficients
Gathering Information for Predefined Reporting
Completed Initializing Surface Heat Balance
Calculate Outside Surface Heat Balance
Calculate Inside Surface Heat Balance
Calculate Air Heat Balance
Initializing HVAC
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Performing Zone Sizing Simulation for Load Component Report
Updating Shadowing Calculations, Start Date=09/04
Re-zeroing zone sizing arrays
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Performing Zone Sizing Simulation
```

```
0001 - EnergyPlus Process
EnergyPlus"
EnergyPlus Starting
EnergyPlus-Windows-32 8.0.0.008, YMD=2014.02.26 18:49
Processing Data Dictionary
Processing Input File
Initializing Response Factors
Calculating CTFs for "PARED INTERIOR TABLA ROCA", Construction #1
Calculating CTFs for "TECHO LOSETA FIBROLIT", Construction #2
Calculating CTFs for "TECHO PLENUM", Construction #4
Calculating CTFs for "TECHO PLENUM", Construction #4
Calculating CTFs for "MADERA", Construction #6
Calculating CTFs for "VIDRIO", Construction #7
Calculating CTFs for "PARED EXTERIOR BLOQUE CONCRETO", Construction #9
Calculating CTFs for "PUERTA MADERA", Construction #12
Calculating CTFs for "TECHO LAMINA", Construction #13
Calculating CTFs for "METAL", Construction #16
Calculating CTFs for "PORTA VIDRIO DE ALUMINIO", Construction #19
Calculating CTFs for "ACERO L", Construction #22
Calculating CTFs for "COLUMNA HIERRO", Construction #23
Calculating CTFs for "MUEBLE INTERIOR", Construction #24
Initializing Window Optical Properties
Initializing Solar Calculations
Allocate Solar Module Arrays
Initializing Zone Report Variables
Initializing Surface <Shading> Report Variables
```

FIGURA 27 ETAPA 1 DEL PROCESO DE LA SIMULACION


```
CA: 0001 - EnergyPlus Process
Initializing Window Optical Properties
Initializing Solar Calculations
Allocate Solar Module Arrays
Initializing Zone Report Variables
Initializing Surface (Shading) Report Variables
Computing Interior Solar Absorption Factors
Determining Shadowing Combinations
Computing Window Shade Absorption Factors
Proceeding with Initializing Solar Calculations
Initializing Surfaces
Initializing Outdoor environment for Surfaces
Setting up Surface Reporting Variables
Initializing Temperature and Flux Histories
Initializing Window Shading
Computing Interior Absorption Factors
Computing Interior Diffuse Solar Absorption Factors
Computing Interior Diffuse Solar Exchange through Interzone Windows
Initializing Solar Heat Gains
Initializing Internal Heat Gains
Initializing Interior Solar Distribution
Initializing Interior Convection Coefficients
Gathering Information for Predefined Reporting
Completed Initializing Surface Heat Balance
Calculate Outside Surface Heat Balance
Calculate Inside Surface Heat Balance
```

```
CA: 0001 - EnergyPlus Process
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Warming up
Performing Zone Sizing Simulation
Updating Shadowing Calculations, Start Date=09/04
Calculating System sizing
Initializing Simulation
Reporting Surfaces
Initializing New Environment Parameters
Warming up <1>
Warming up <2>
Warming up <3>
Warming up <4>
Warming up <5>
Warming up <6>
Starting Simulation at 08/15 for AIRES ACONDICIONADOS
Continuing Simulation at 08/15 for AIRES ACONDICIONADOS
Updating Shadowing Calculations, Start Date=09/04
Continuing Simulation at 09/04 for AIRES ACONDICIONADOS
Writing tabular output file results using comma format.
Writing tabular output file results using HTML format.
```

```
EnergyPlus Run Status
C:\Users\ASEIASPC08\Desktop\simulacion FINAL 1 MES\E edificio_Administrativo_La_Geo.idf
C:\Users\ASEIASPC08\Desktop\simulacion FINAL 1 MES\SLV_La Libertad.LaGeo_MN6.epw
Run Complete. EnergyPlus Completed Successfully-- 83 Warning; 0 Severe Errors; Elapsed Time=00hr 25min 10.90sec
Total elapsed clock time: 1514 (seconds)
OK
```

FIGURA 28 ETAPA 2 DEL PROCESO DE LA SIMULACION.

Si en las etapas de la simulación no existen errores procedemos a verificar las variables de salida de dicho proceso, para eso se da clic en la opción variables y nos carga un archivo .csv, a través del cual se le da tratamiento para su respectivo análisis e interpretación gráfica.

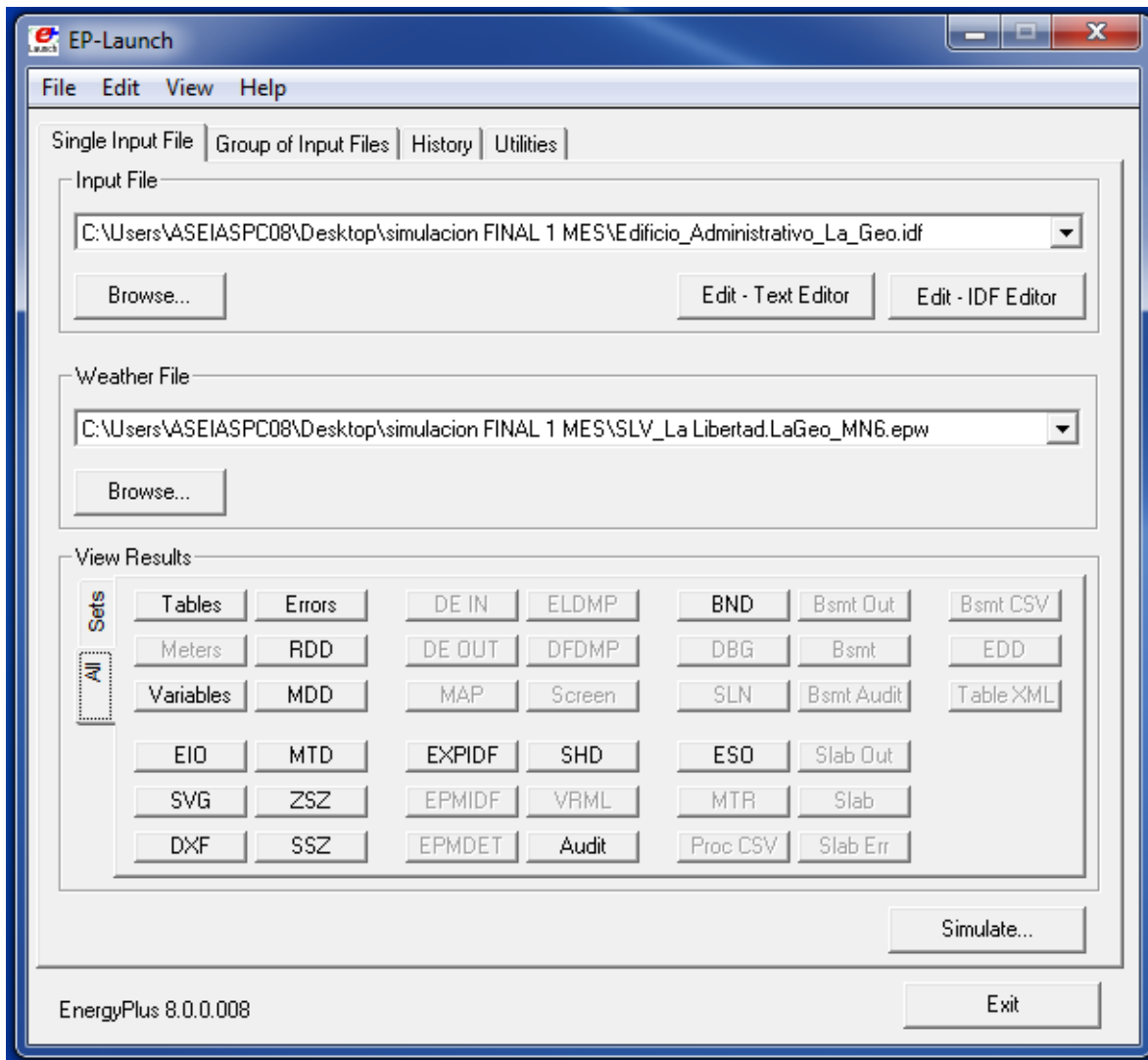


FIGURA 29 ARCHIVOS DE SALIDA CON DIFERENTES FORMATOS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.

6.2 RESULTADOS GLOBALES SIMULADOS Y MEDIDOS DE LA DEMANDA EN UNA SEMANA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO

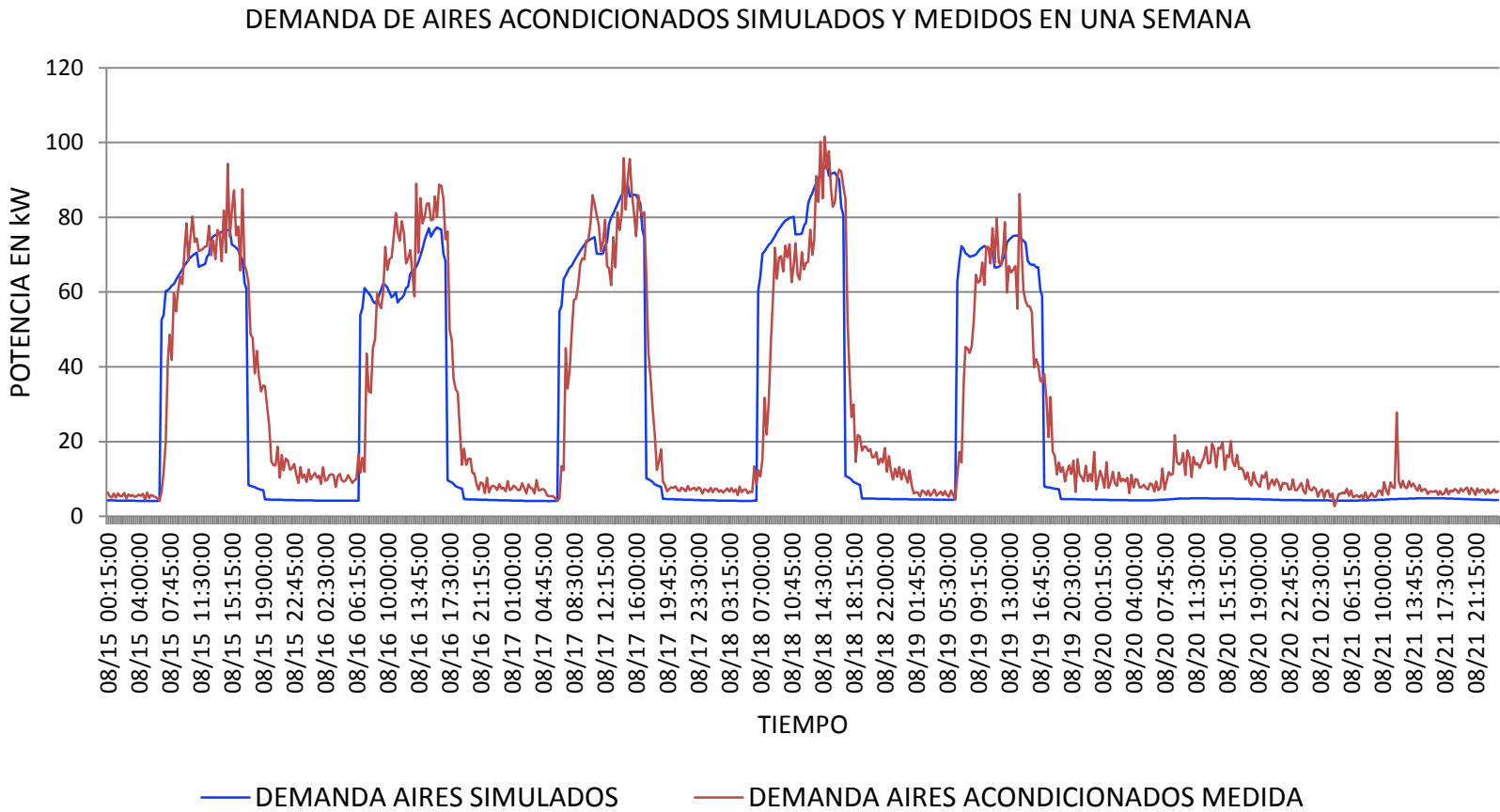


GRAFICO 14 DEMANDA DE AIRES ACONDICIONADOS SIMULADOS VRS MEDIDOS.

DEMANDA MEDIDA Y SIMULADA DE UNA SEMANA

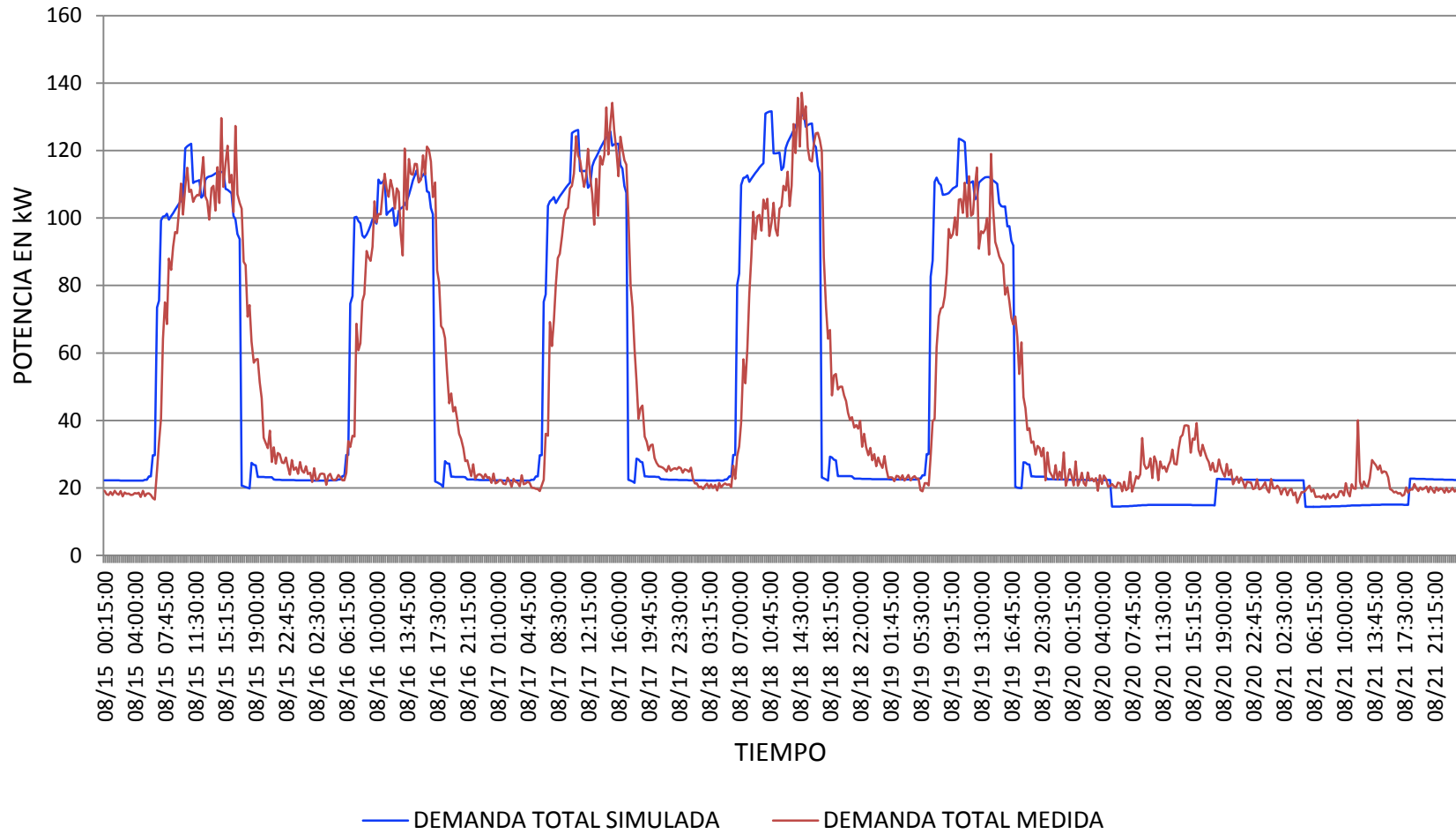


GRAFICO 15 DEMANDA TOTAL SIMULADOS VRS MEDIDA.

PERFIL DE CARGA SIMULADO Y MEDIDO DE LaGeo DE UNA SEMANA

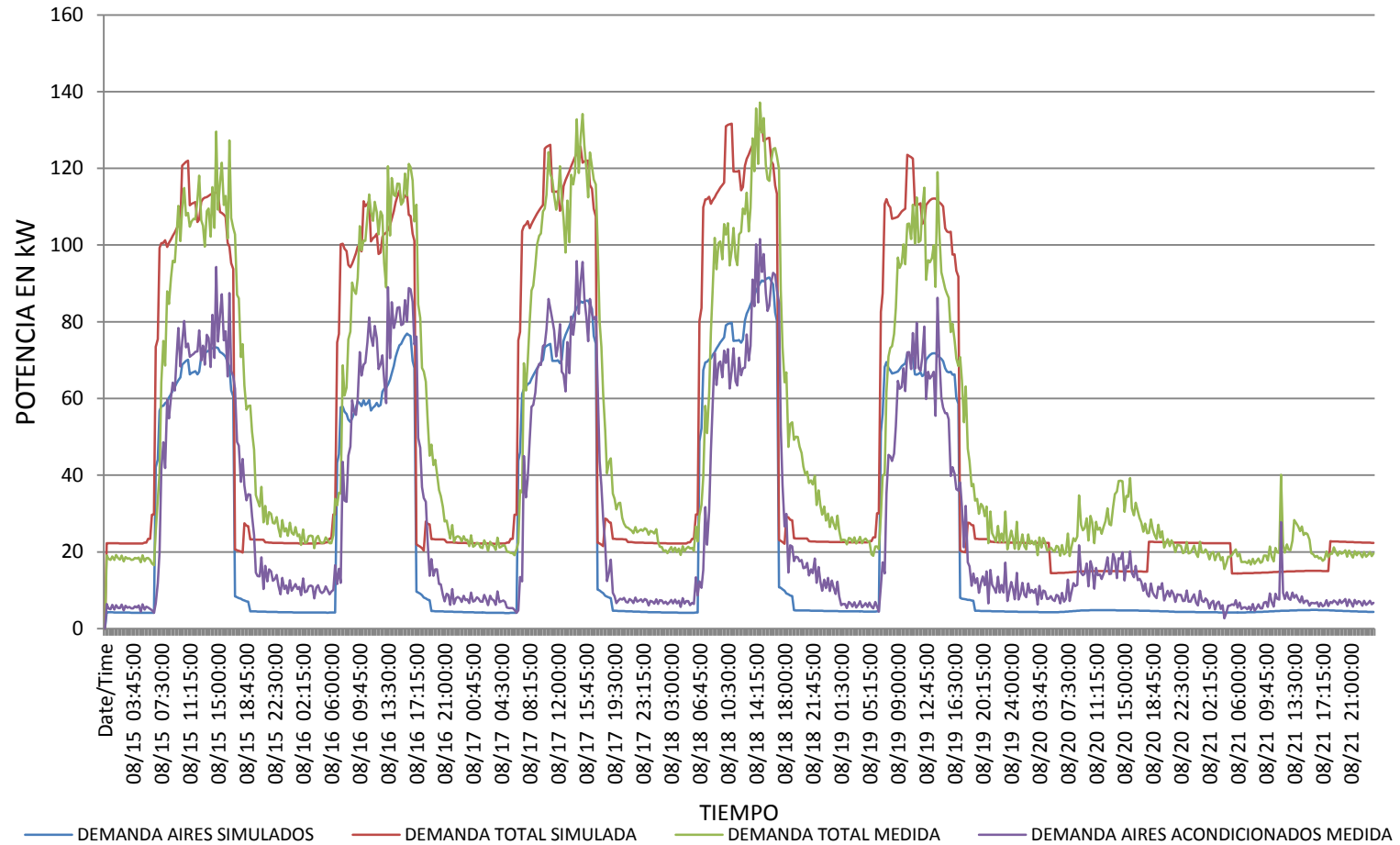


GRAFICO 16 DEMANDA TOTAL DE AIRES ACONDICIONADOS SIMULADO VRS MEDIDO EN LAGEO EN UNA SEMANA.

6.3 RESULTADOS SECCIONADOS POR TIPO DE CARGA SIMULADOS Y MEDIDOS EN EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LAGEO.

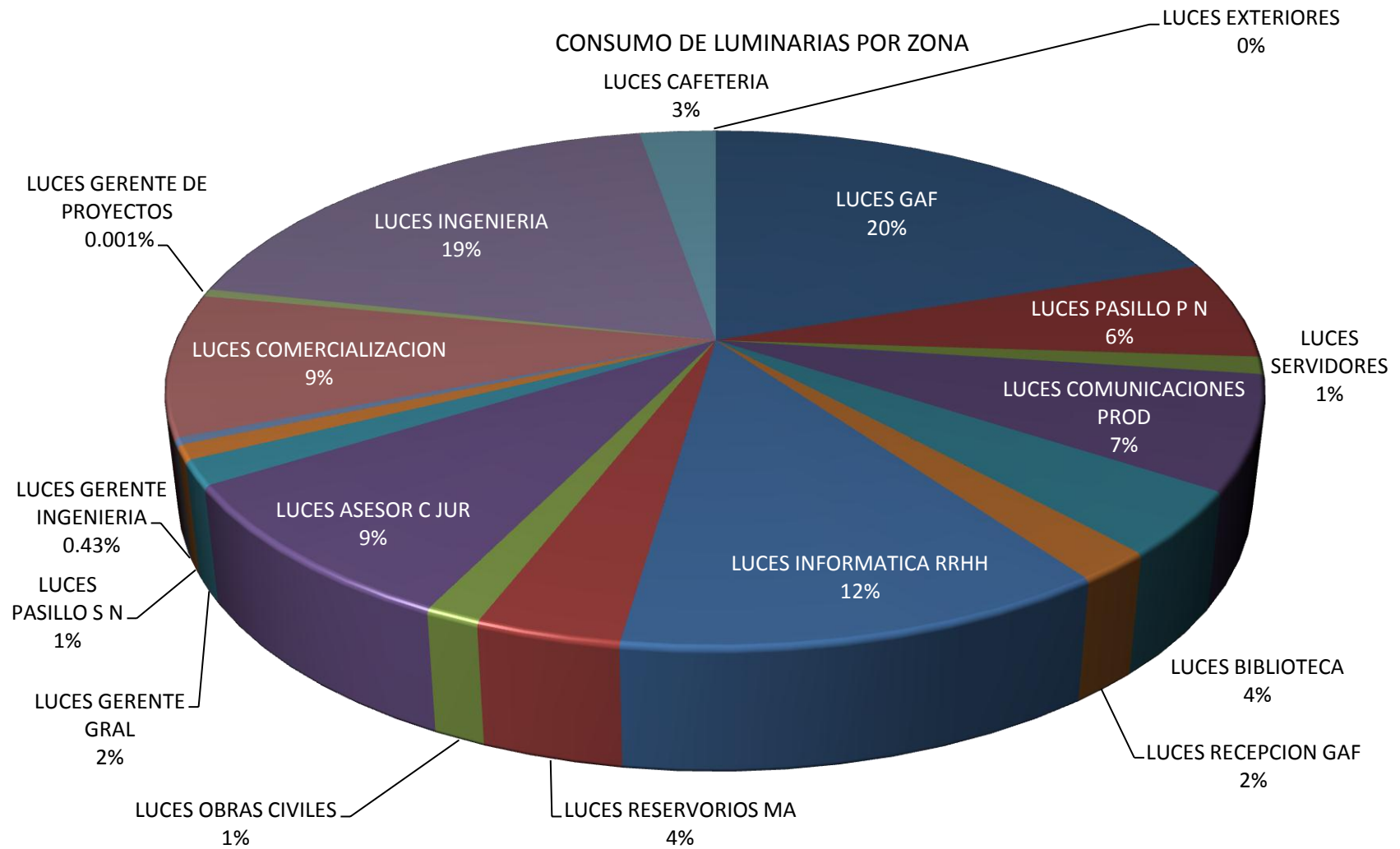


GRAFICO 17 % DEL CONSUMO DE LUMINARIAS POR ZONAS, SIMULADO.

CONSUMO DE ENERGIA POR ZONA

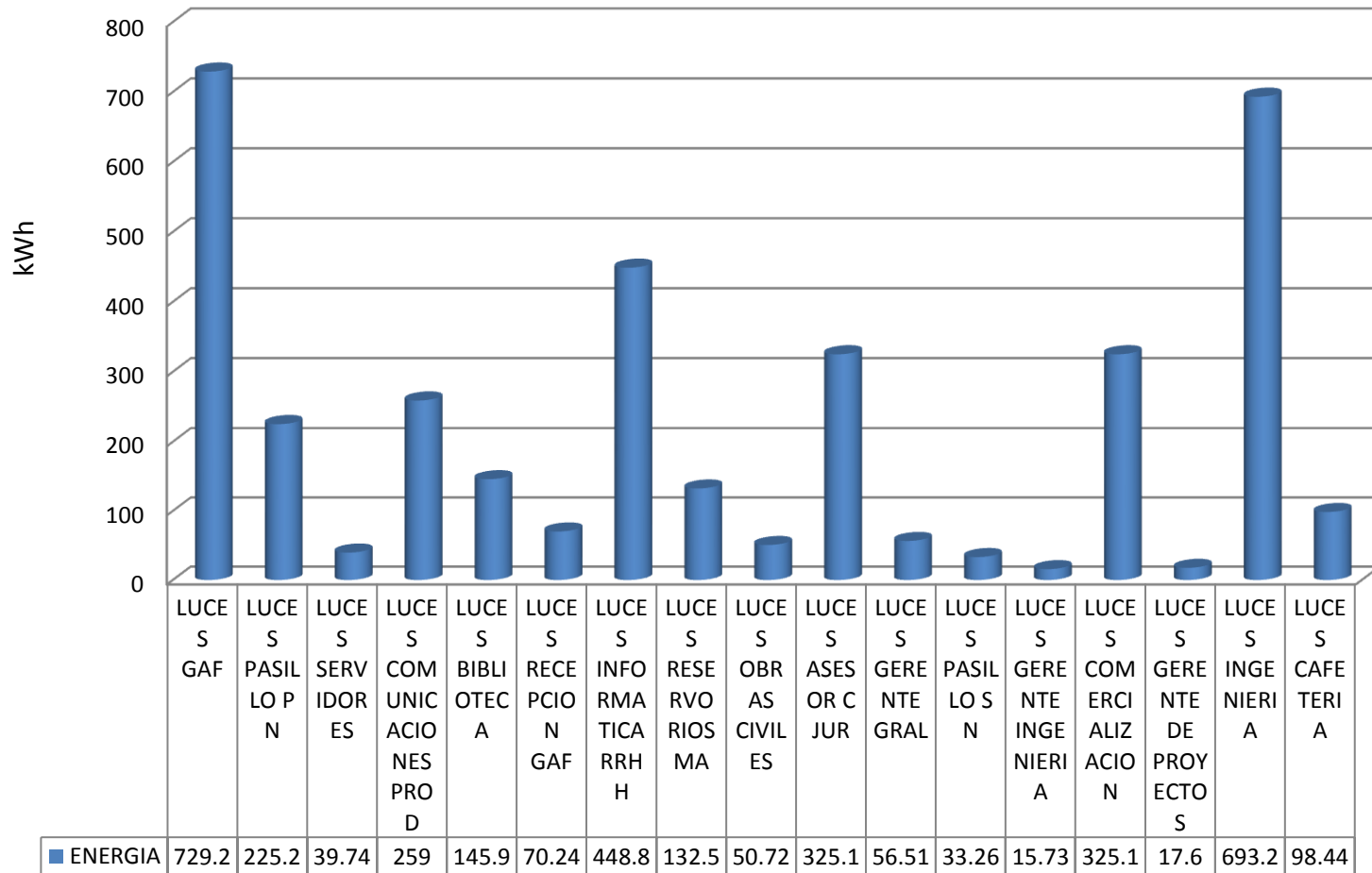


GRAFICO 18 DEMANDA EN kWh DE LUMINARIAS POR ZONAS, SIMULADO.

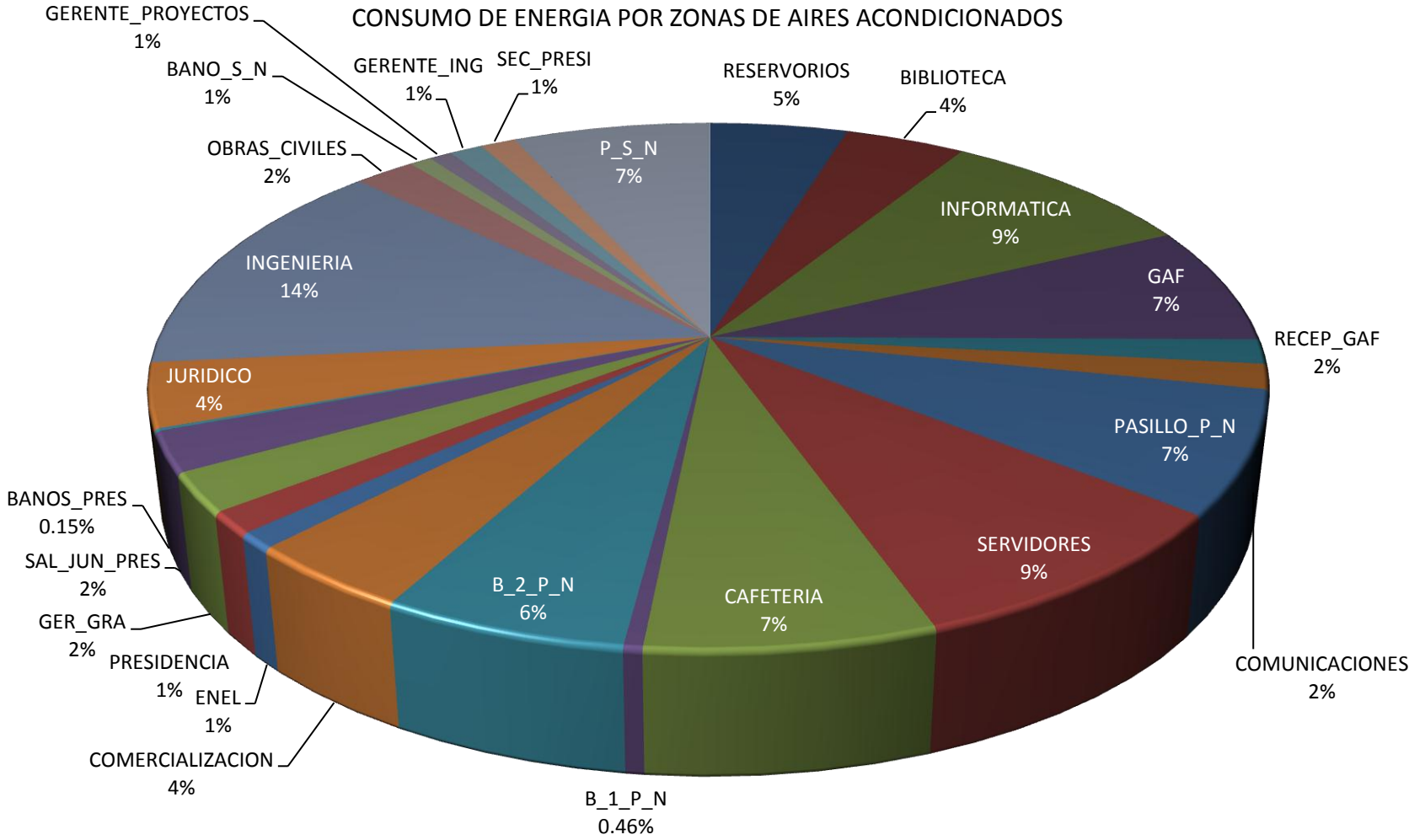


GRAFICO 19 % DEL CONSUMO DE AIRES ACONDICIONADOS POR ZONAS, SIMULADO.

CONSUMO DE ENERGIA DE AIRES ACONDICIONADOS POR ZONAS

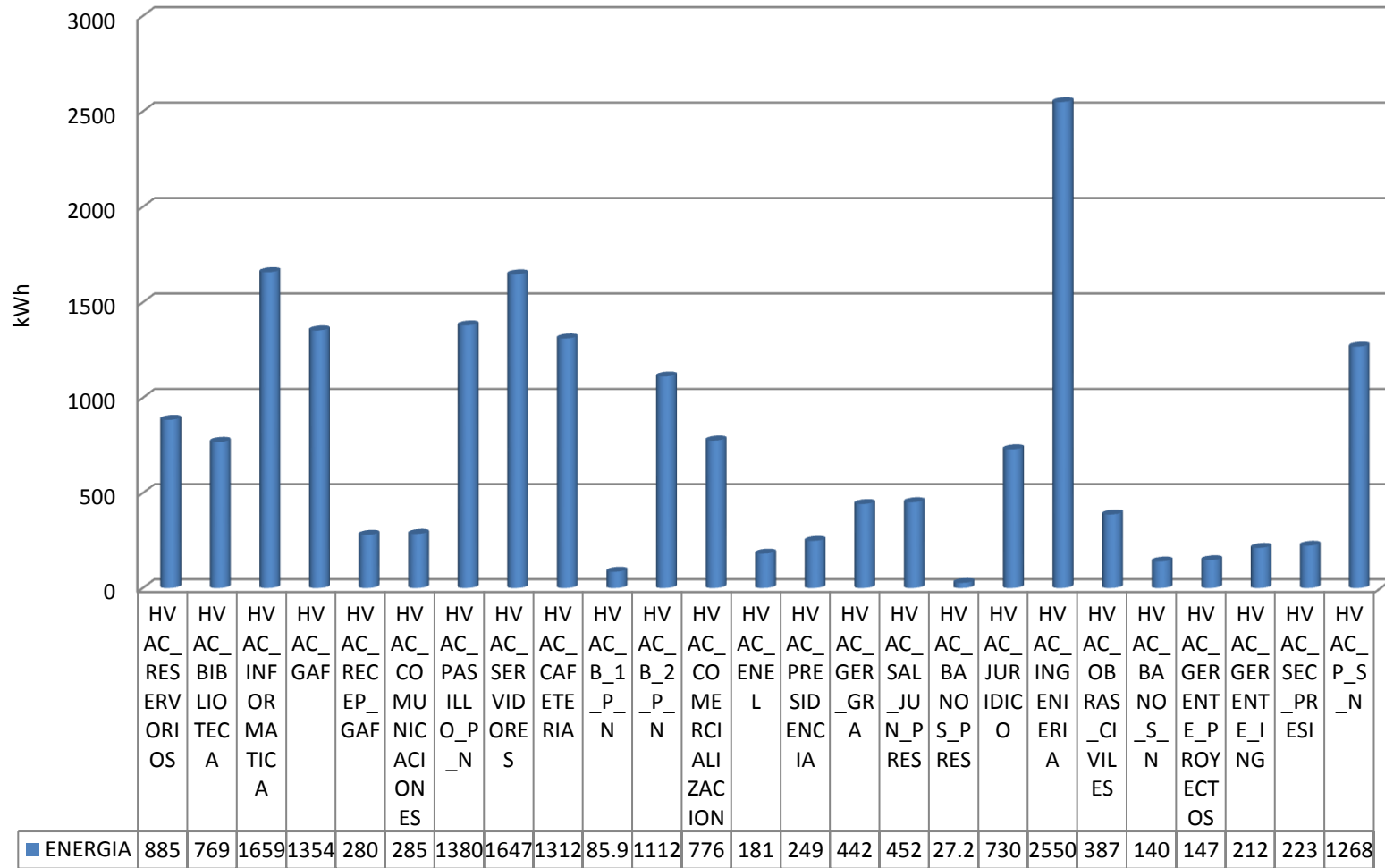


GRAFICO 20 DEMANDA EN kWh DE HVAC POR ZONAS, SIMULADO.

CONSUMO DE ENERGIA EN EQUIPO ELECTRICO E INFORMATICO

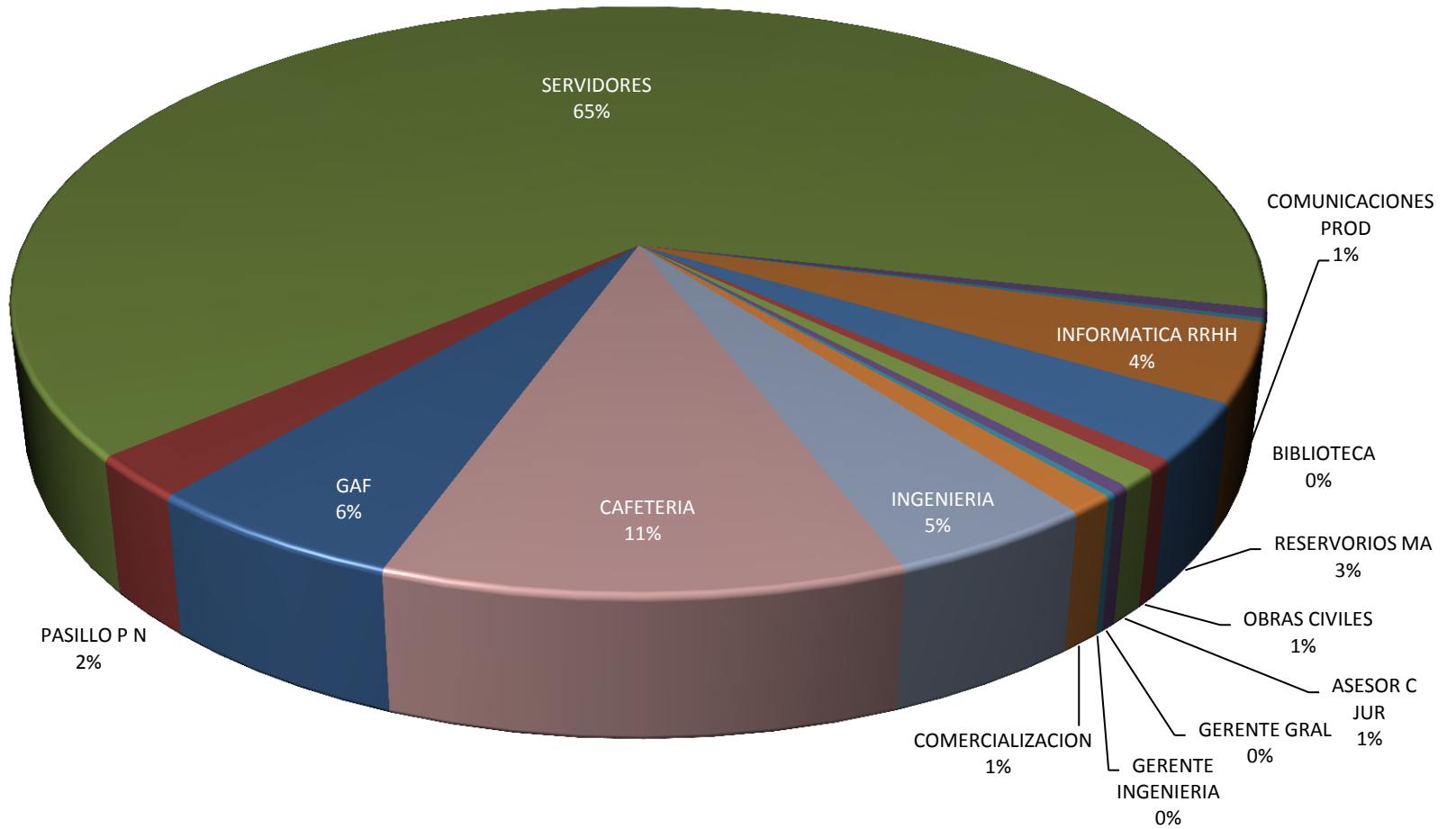


GRAFICO 21 % DEL CONSUMO EN EQUIPO ELECTRICO POR ZONAS, SIMULADO.

CONSUMO DE ENERGIA EN EQUIPO ELECTRICO E INFORMATICO

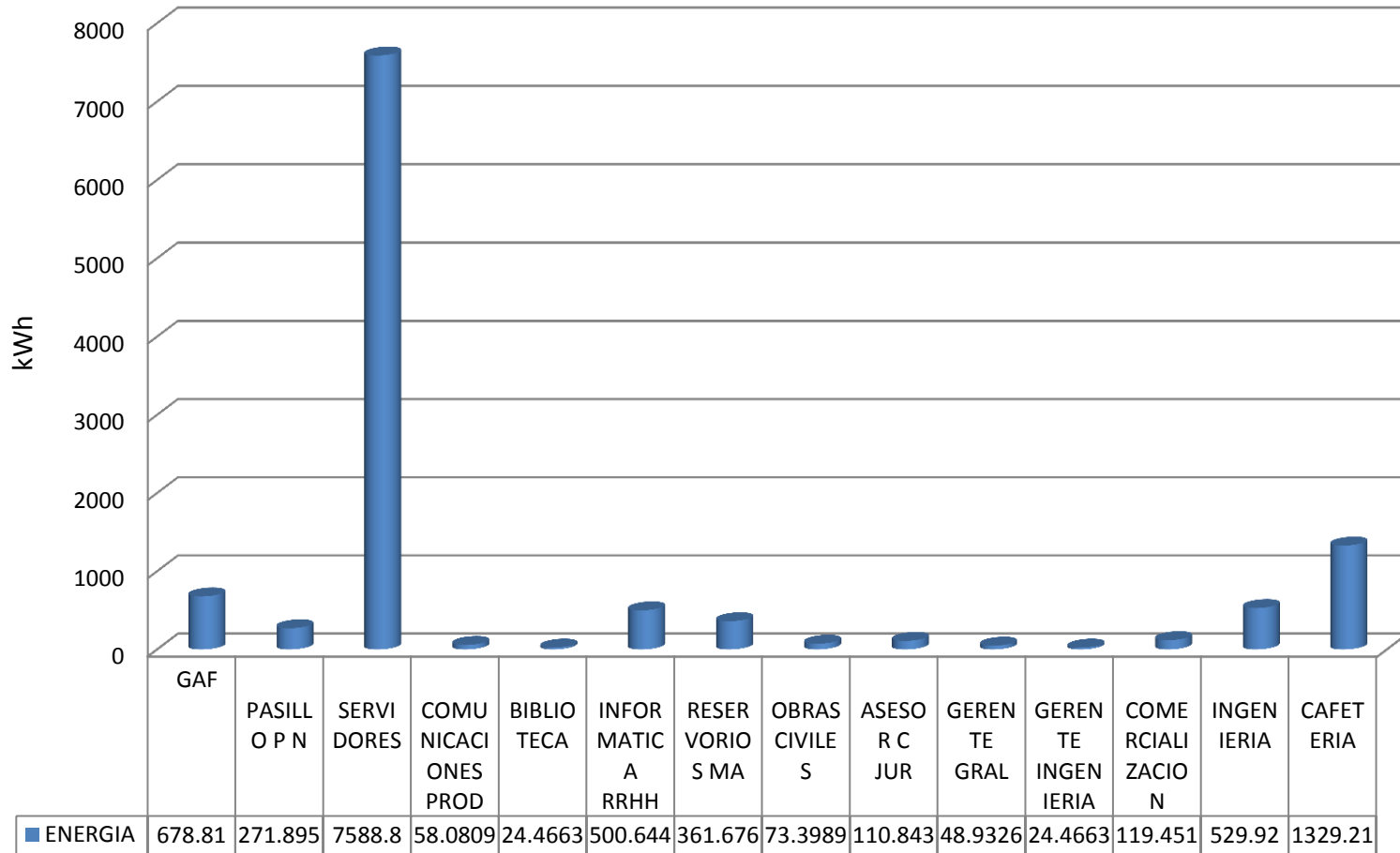


GRAFICO 22 DEMANDA EN kWh DE EQUIPO ELECTRICO POR ZONAS, SIMULADO.

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR ZONAS EN EL MES

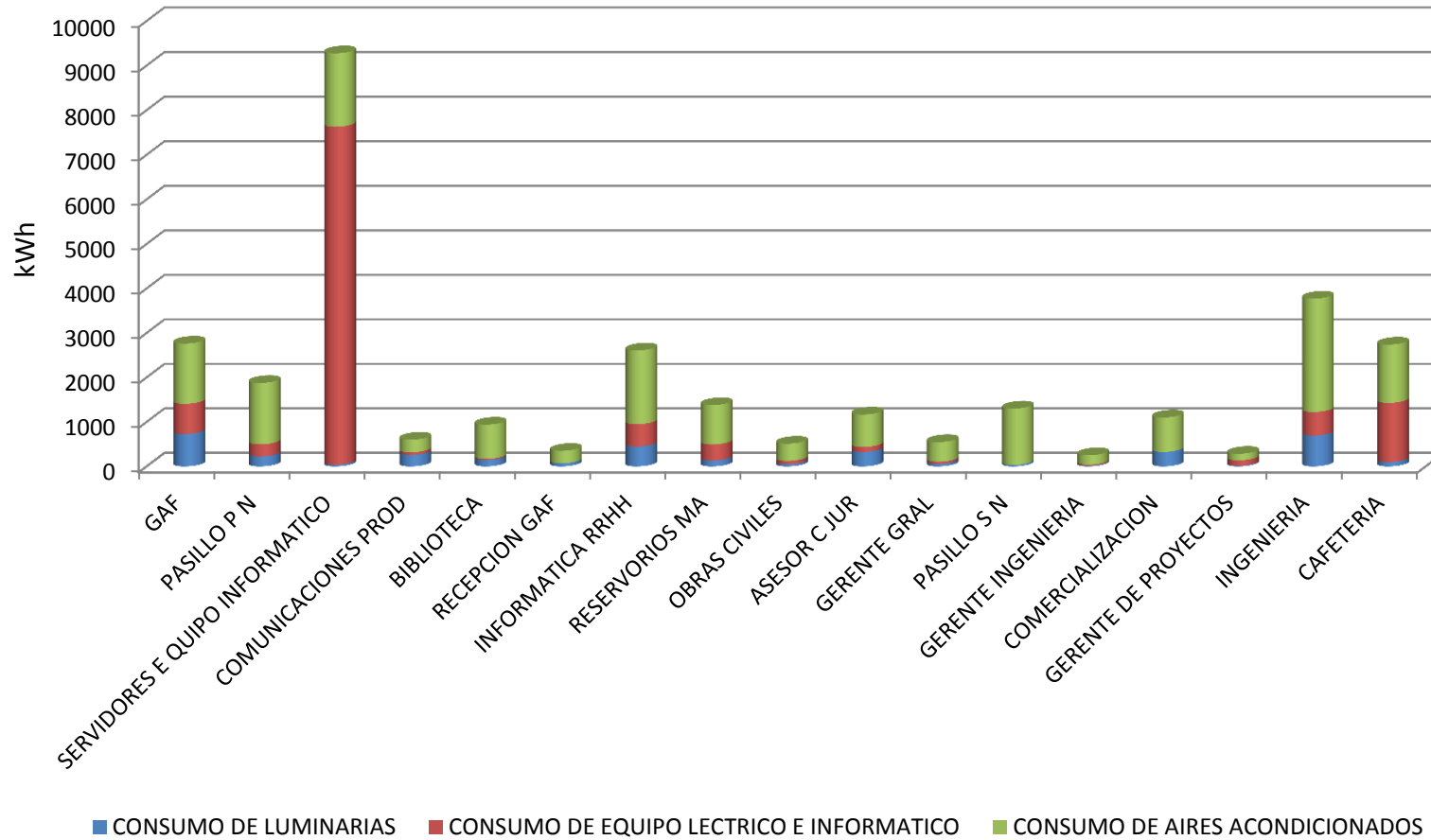


GRAFICO 23 DEMANDA TOTAL EN kWh MENSUAL POR ZONAS, SIMULADO.

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA MENSUAL

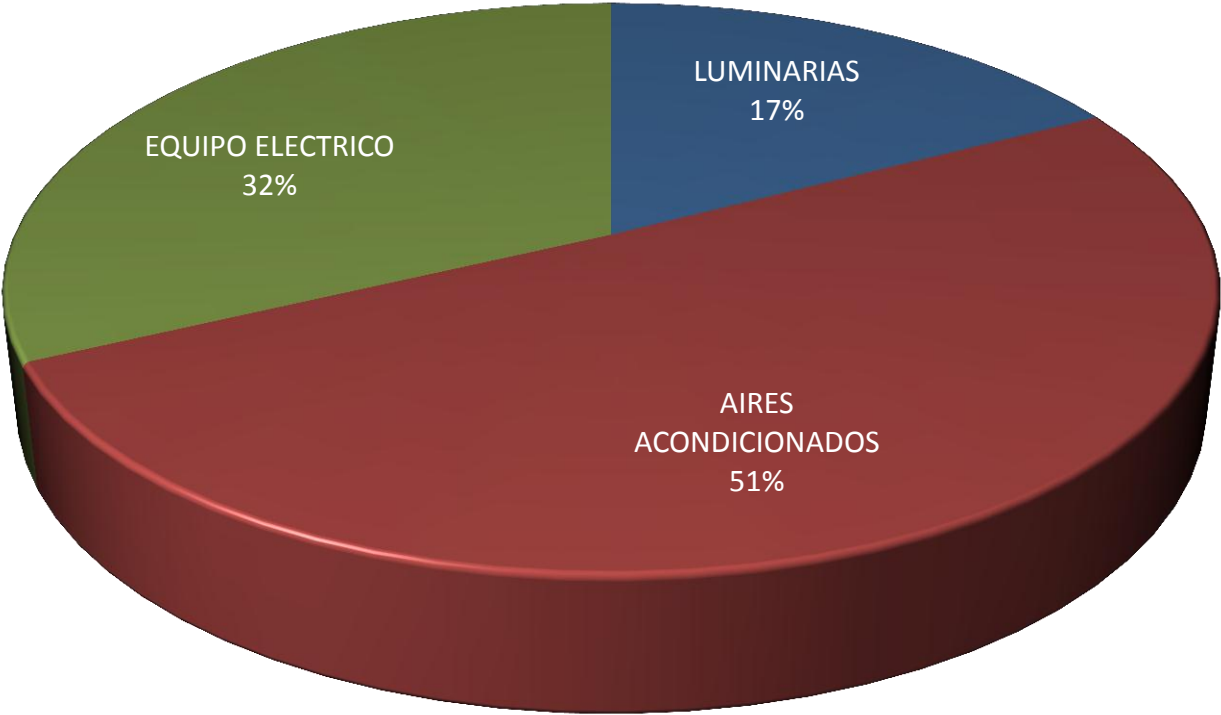


GRAFICO 24 % DEL CONSUMO TOTAL MENSUAL POR TIPO DE CARGA, SIMULADO.

ENERGIA RADIADA POR PERSONA (kWh) - MES

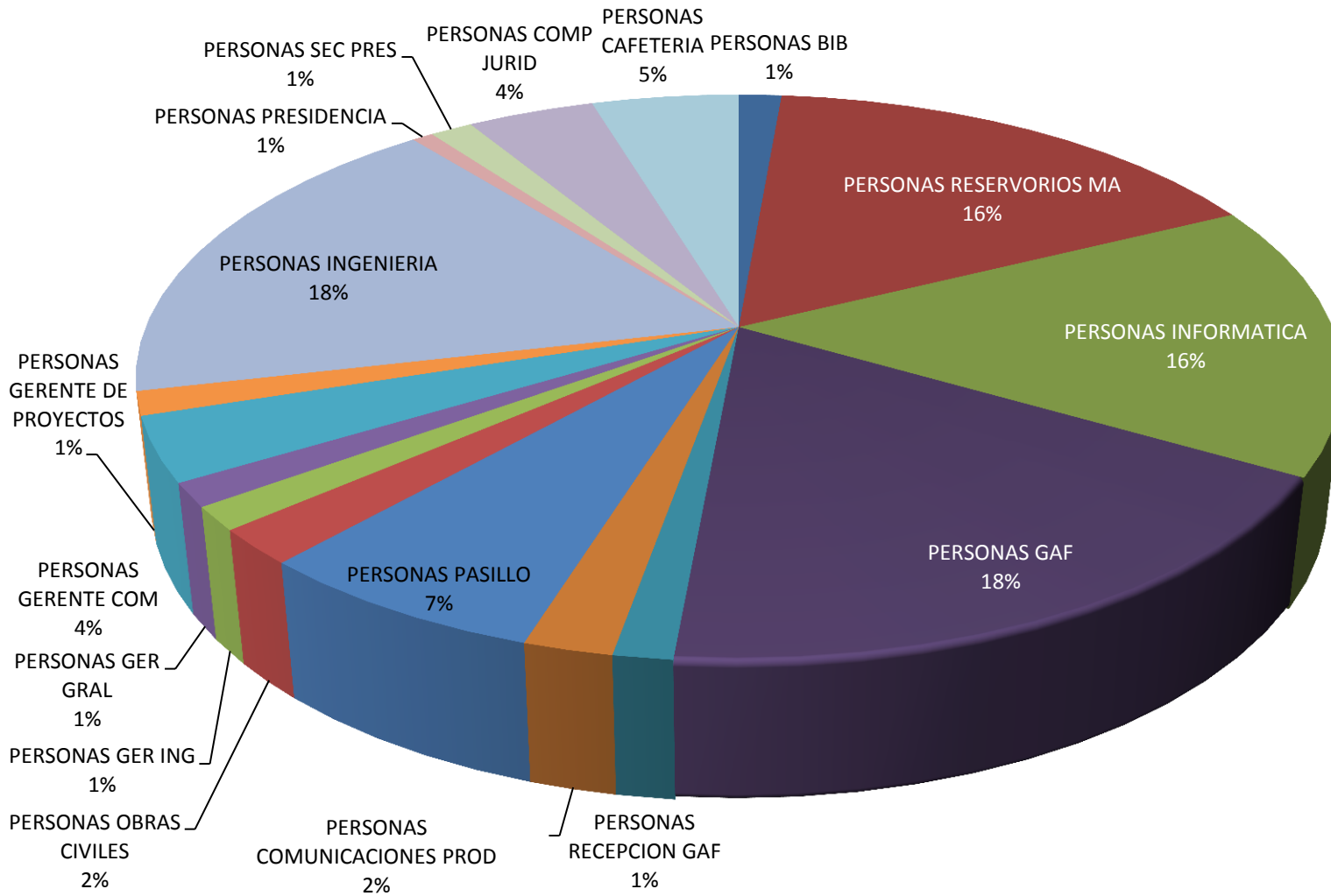


GRAFICO 25 % DE ENERGIA RADIADA POR PERSONAS EN CADA ZONA AL MES, SIMULADO.

ENERGIA RADIADA POR PERSONA

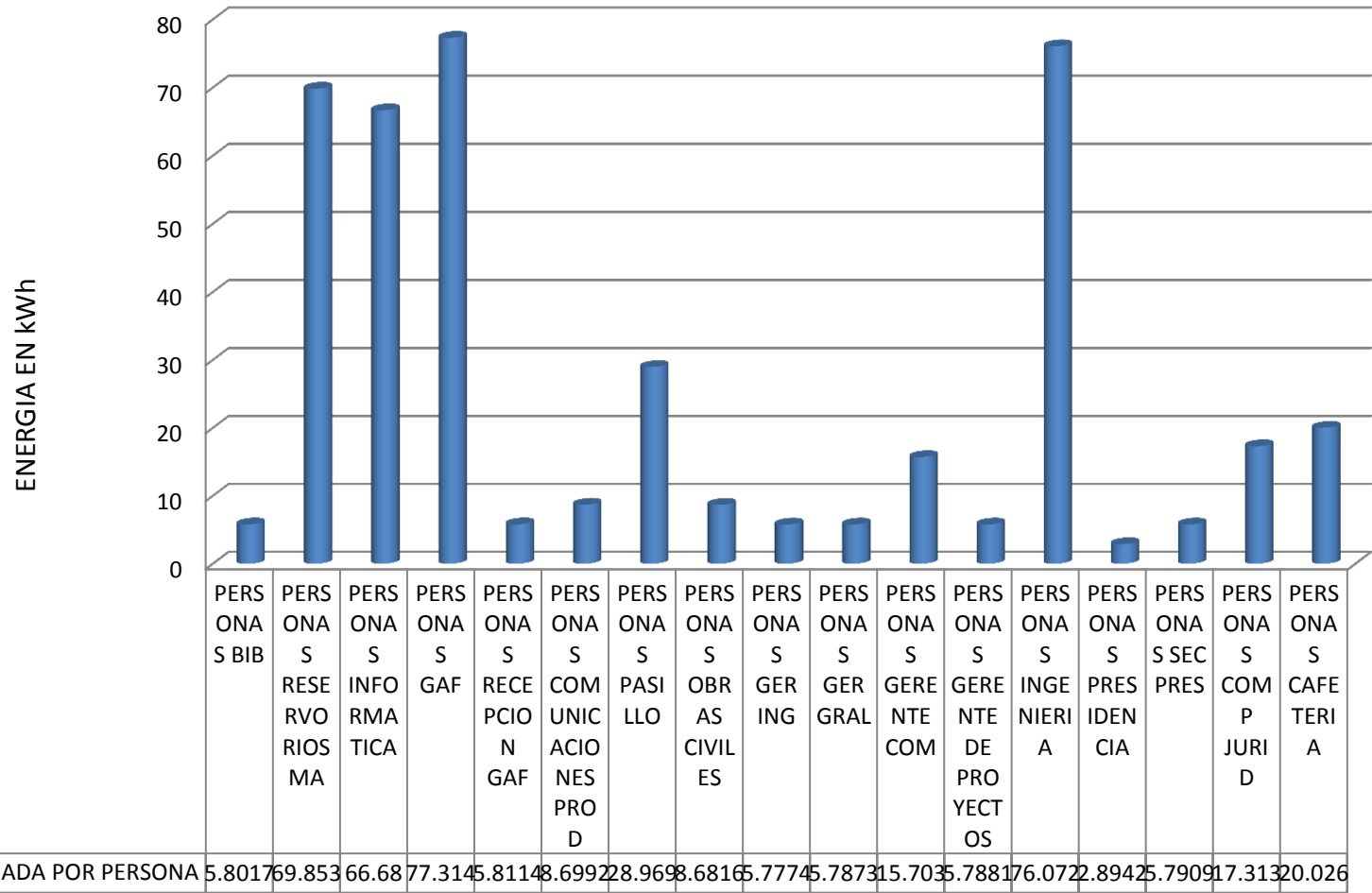


GRAFICO 26 ENERGIA RADIADA POR PERSONA EN CADA ZONA, SIMULADO.

6.4 TABLAS OBTENIDAS DE LA SIMULACIÓN.

ZONA	Area [m2]	Lighting [W/m2]	People [m2 per person]	Plug and Process [W/m2]
RH_INFORMATICA	310.96	12.0208	13.52	8.841
SERVIDOR	37.11	3.449		274.8451
GAF	247.78	11.3933	9.18	14.1458
BIBLIOTECA	125.42	7.4948	62.71	1.3554
COMUNICACIONES	71.12	11.7272	23.71	5.3855
MA_RESERVORIO	212.33	4.8227	8.85	8.0064
PASILLO_NIVEL_1	416.38	11.7585	41.64	3.0693
INGENIERIA	366.54	9.1367	13.58	7.1042
OBRAS CIVILES	47.21	4.4484	15.74	7.3081
GEREN_PROYECTOS	20.11	4.2258	10.06	0
GEREN_ING.	25.58	2.9708	12.79	4.4953
GERENCIA_GRAL	80.86	2.8939	40.43	4.6995
PRESIDENCIA	47.93	0	47.93	0
SECRETARIA_PRD	41.27	0	20.64	0
COMERCIALIZACION	89.27	15.0775	14.88	6.8442
JURIDICO	76.36	17.6275	12.73	9.4424
PASILLO_NIVEL_2	181.06	3.9932		13.1559
CAFETERIA	169.45	12.6289	6.78	90.9458
GAF_1	90.94	9.5668	45.47	0
Total	2657.68	145.2358	400.64	459.6439

TABLA 39 INDICADOR DE ENERGIA POR ZONAS, SIMULADO

	Zone	Lighting Power Density [W/m ²]	Zone Area [m ²]	Total Power [W]	Scheduled Hours/Week [hr]
LUCES GAF	GAF	11.3933	247.78	2823	56.21
LUCES PASILLO P N	PASILLO_NIVEL_1	11.7585	416.38	4896	10.01
LUCES SERVIDORES	SERVIDOR	3.449	37.11	128	67.57
LUCES COMUNICACIONES PROD	COMUNICACIONES	11.7272	71.12	834	67.57
LUCES BIBLIOTECA	BIBLIOTECA	7.4948	125.42	940	33.79
LUCES RECEPCION GAF	GAF_1	9.5668	90.94	870	17.57
LUCES INFORMATICA RRHH	RH_INFORMATICA	12.0208	310.96	3738	26.13
LUCES RESERVORIOS MA	MA_RESERVORIO	4.8227	212.33	1024	28.16
LUCES OBRAS CIVILES	OBRAS CIVILES	4.4484	47.21	210	52.56
LUCES ASESOR C JUR	JURIDICO	17.6275	76.36	1346	52.56
LUCES GERENTE GRAL	GERENCIA_GRAL	2.8939	80.86	234	52.56
LUCES PASILLO S N	PASILLO_NIVEL_2	3.9932	181.06	723	10.01
LUCES GERENTE INGENIERIA	GEREN_ING.	2.9708	25.58	76	45.05
LUCES GERENTE COMERCIAL	COMERCIALIZACION	15.0775	89.27	1346	52.56
LUCES GERENTE DE PROYECTOS	GEREN_PROYECTOS	4.2258	20.11	85	45.05
LUCES INGENIERIA	INGENIERIA	9.1367	366.54	3349	45.05
LUCES CAFETERIA	CAFETERIA	12.6289	169.45	2140	10.01
Interior Lighting Total		9.6407	2568.48	24762	

TABLA 40 INDICADORES DE ENERGIA POR ZONAS, SIMULADO (CONTINUACION).

	Standard Rated Net Cooling Capacity [W]	Standard Rated Net COP [W/W]	EER [Btu/W-h]	SEER [Btu/W-h]	IEER [Btu/W-h]
HVAC_RESERVORIOS COOLING COIL	15815.5	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_BIBLIOTECA COOLING COIL	14210.9	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_INFORMATICA COOLING COIL	28961	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_GAF COOLING COIL	26303.8	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_RECEP_GAF COOLING COIL	4665.1	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_COMUNICACIONES COOLING COIL	4424	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_PASILLO_P_N COOLING COIL	22016.3	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_SERVIDORES COOLING COIL	15512.6	2.29	7.8	8.28	8
HVAC_CAFETERIA COOLING COIL	37653	2.29	7.8	8.28	8
HVAC_B_1_P_N COOLING COIL	1161.6	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_B_2_P_N COOLING COIL	13758.1	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_COMERCIALIZACION COOLING COIL	11454.5	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_ENEL COOLING COIL	2394.3	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC PRESIDENCIA COOLING COIL	3172.8	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_GER_GRAL COOLING COIL	5841.5	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_SAL_JUN_PRES COOLING COIL	8517.9	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_BANOS_PRES COOLING COIL	309.4	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_JURIDICO COOLING COIL	12184.8	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_INGENIERIA COOLING COIL	38121.9	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_OBRAS_CIVILES COOLING COIL	7106.3	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_BANO_S_N COOLING COIL	1626.7	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_GERENTE_PROYECTOS COOLING COIL	2066.2	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_GERENTE_ING COOLING COIL	2974.1	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_SEC_PRESI COOLING COIL	3320.1	2.51	8.56	9.08	8.7
HVAC_P_S_N COOLING COIL	24962.4	2.51	8.56	9.08	8.7

TABLA 41 DIMENSIONAMIENTO DE LOS HVAC POR ZONAS (COOLING COILS), SIMULADO

	Total Efficiency [W/W]	Delta Pressure [pa]	Max Air Flow Rate [m3/s]	Rated Electric Power [W]	Rated Power Per Max Air Flow Rate [W-s/m3]
HVAC_RESERVORIOS SUPPLY FAN	0.7	600	1	859.2	857.14
HVAC_BIBLIOTECA SUPPLY FAN	0.7	600	0.9	772.03	857.14
HVAC_INFORMATICA SUPPLY FAN	0.7	600	1.84	1573.35	857.14
HVAC_GAF SUPPLY FAN	0.7	600	1.67	1428.99	857.14
HVAC_RECEP_GAF SUPPLY FAN	0.7	600	0.3	253.44	857.14
HVAC_COMUNICACIONES SUPPLY FAN	0.7	600	0.28	240.34	857.14
HVAC_PASILLO_P_N SUPPLY FAN	0.7	600	1.4	1196.07	857.14
HVAC_SERVIDORES SUPPLY FAN	0.7	600	0.98	842.75	857.14
HVAC_CAFETERIA SUPPLY FAN	0.7	600	2.39	2045.56	857.14
HVAC_B_1_P_N SUPPLY FAN	0.7	600	0.07	63.11	857.14
HVAC_B_2_P_N SUPPLY FAN	0.7	600	0.87	747.43	857.14
HVAC_COMERCIALIZACION SUPPLY FAN	0.7	600	0.73	622.28	857.14
HVAC_ENEL SUPPLY FAN	0.7	600	0.15	130.07	857.14
HVAC_PRESIDENCIA SUPPLY FAN	0.7	600	0.2	172.37	857.14
HVAC_GER_GRAL SUPPLY FAN	0.7	600	0.37	317.35	857.14
HVAC_SAL_JUN_PRES SUPPLY FAN	0.7	600	0.54	462.75	857.14
HVAC_BANOS_PRES SUPPLY FAN	0.7	600	0.02	16.81	857.14
HVAC_JURIDICO SUPPLY FAN	0.7	600	0.77	661.96	857.14
HVAC_INGENIERIA SUPPLY FAN	0.7	600	2.42	2071.03	857.14
HVAC_OBRAS_CIVILES SUPPLY FAN	0.7	600	0.45	386.06	857.14
HVAC_BANO_S_N SUPPLY FAN	0.7	600	0.1	88.38	857.14
HVAC_GERENTE_PROYECTOS SUPPLY FAN	0.7	600	0.13	112.25	857.14
HVAC_GERENTE_ING SUPPLY FAN	0.7	600	0.19	161.57	857.14
HVAC_SEC_PRESI SUPPLY FAN	0.7	600	0.21	180.37	857.14
HVAC_P_S_N SUPPLY FAN	0.7	600	1.58	1356.12	857.14

TABLA 42 DIMENSIONAMIENTO DE LOS HVAC POR ZONAS (FAN MOTOR), SIMULADO

CÁLCULO DE ERROR.

$$\%ERROR = \left| \frac{VALOR SIMULADO - VALOR MEDIDO}{VALOR MEDIDO} \right| * 100$$

$$\%ERROR = \left| \frac{17115.97 - 18020.48}{17115.97} \right| * 100 = 5.30\%$$

CONCLUSIONES

Con la implementación de la línea base, se tiene un modelo similar al real del edificio con el cual se puede realizar modificaciones (a nivel de software) , sin incurrir en inversiones a largo plazo que no sean rentables para la administración del edificio, es decir se pueden efectuar muchos cambios en la estructura física, además como de los equipos para el caso se puede mencionar el ajuste de los termostatos , todo esto será posible realizarlo en posteriores estudios a partir de esta línea base retomados en otros trabajos de graduación.

Con el desarrollo del presente trabajo, se analiza la demanda del Edificio Administrativo de LaGeo, ubicado en Santa Tecla. El objetivo ha sido crear un modelo 3D, correspondiente a la línea base del edificio antes mencionado, con el cual se puede realizar un análisis de la demanda en determinados periodos.

Se puede destacar que a partir de la simulación, se obtienen datos que corresponde a perfiles de demanda muy parecidos a los reales, los cuales demuestran que el modelo esta calibrado a un error aceptable, así poder predecir la demanda que se tendrá en años posteriores.

Para evaluar el comportamiento del edificio se lleva a cabo simulaciones con el programa EnergyPlus [5], auxiliándose del programa GOOGLE SketchUp [1], el cual mediante el plugin OpenStudio [6], crean un modelo 3D del edificio, el cual se complementa con toda información obtenida a partir de las características del edificio y de los diferentes horarios de utilización de los equipos, etc.

El software de simulación es una herramienta versátil al realizar un diseño de un edificio o al desarrollar una evaluación energética y observar el comportamiento en cuanto al perfil de demanda que éste presenta.

Con este estudio se ha podido evaluar las condiciones en que se encuentra el edificio con sus consumos, y se han podido ver cuáles son las zonas críticas que posee, se obtuvieron

valores simulados de calor por persona la cual es muy importante para ver lo que los aires necesitan calentar para mantener una temperatura considerable, a través de la simulación se pudo visualizar los consumos por zonas de iluminación, equipo eléctrico , aires acondicionados los cuales dan la pauta de que áreas poseen altos consumos.

RECOMENDACIONES.

- Implementar medidas de ahorro de energía mediante la conducta de las personas en el sentido de que cuando no se utilice la computadora, se ponga en modo ahorro de energía o se apague totalmente.
- Reubicar termostato en la zona de gerencia administrativa financiera con el fin de tener mejor control de la temperatura, y del confort en cada zona de trabajo.
- Si fuese posible implementar sistemas de aire forzado tipo chiller, ya que son sistemas más eficientes que los equipos de acondicionamiento de aire convencionales, es decir son sistemas que actúan en función de la demanda, por ejemplo si en una área hay 5 personas el sistema chiller trabajara en función de ese número de personas en esa área, por lo tanto es un sistema el cual su eficiencia es elevada, pero tiene la desventaja de que su coste es elevado.
- Efectuar cambios de luminarias fluorescentes de balastos electrónicos (T8 a T5) debido a que este tipo de carga genera distorsión armónica en la forma de la señal de corriente, por ende con su uso a largo plazo se traducen en calentamiento en los conductores si no están bien dimensionados, se reduce la vida útil de otros equipos conectados al sistema que han sido diseñados para operar con baja nivel de distorsión armónica.
- Efectuar un estudio de la calidad de la energía y por ende si fuese factible modificar el tipo de conexión de la subestación de 225 kVA de luminarias y equipos de oficina a una conexión más segura.
- Implementar voladizos tipo aletas que se ajusten en forma manual en las áreas como la GAF en donde los rayos del sol inciden de forma directa sobre las superficies de las ventanas afectando en si el confort al interior de la zona.
Este tipo de medidas pueden traer beneficios y disminución en la energía demandada ya que al ser ajustadas mecánicamente en ángulos diferentes durante las épocas más calurosas, se puede reducir a través de éstos que los rayos del sol no penetren en forma directa.

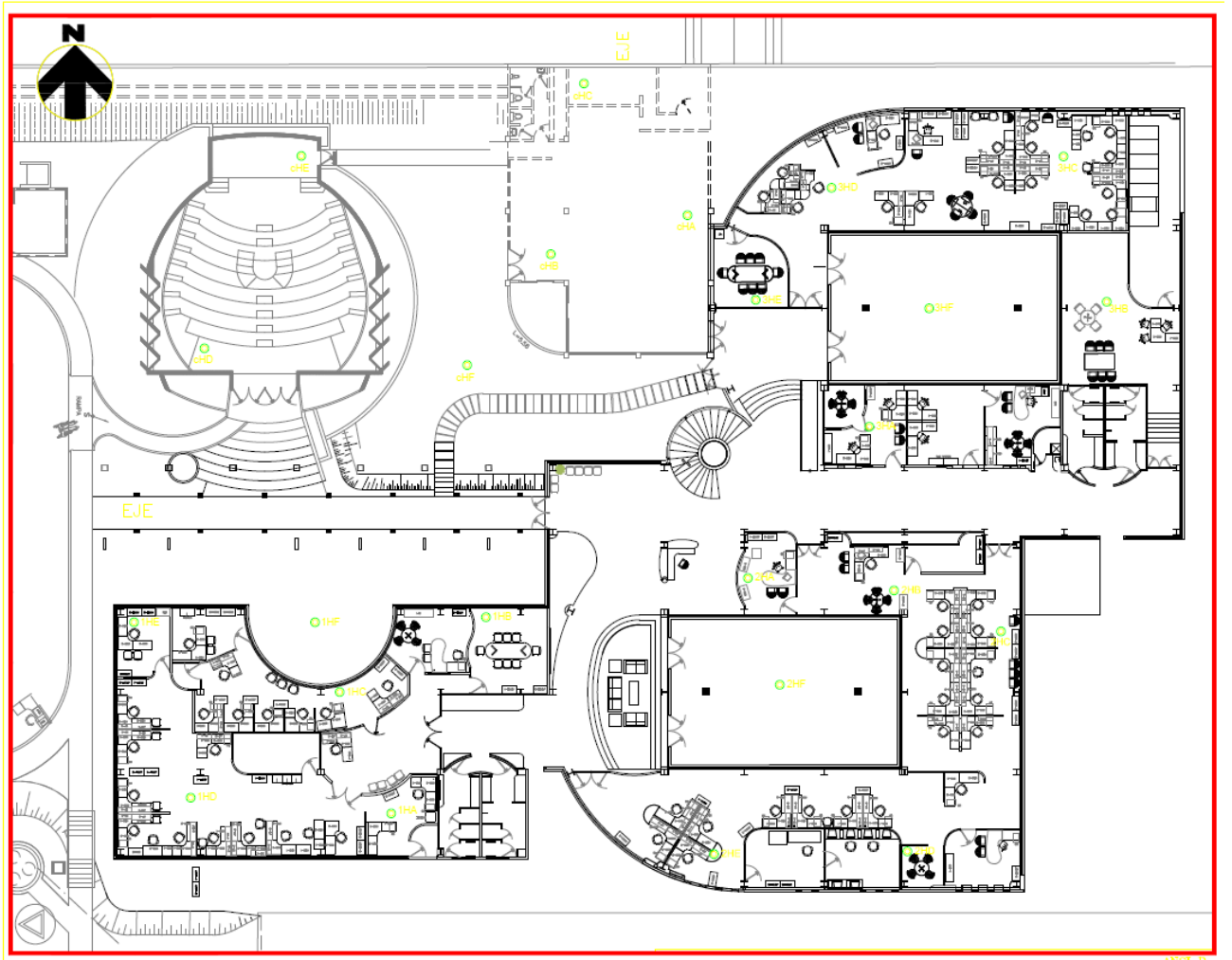
BIBLIOGRAFIA

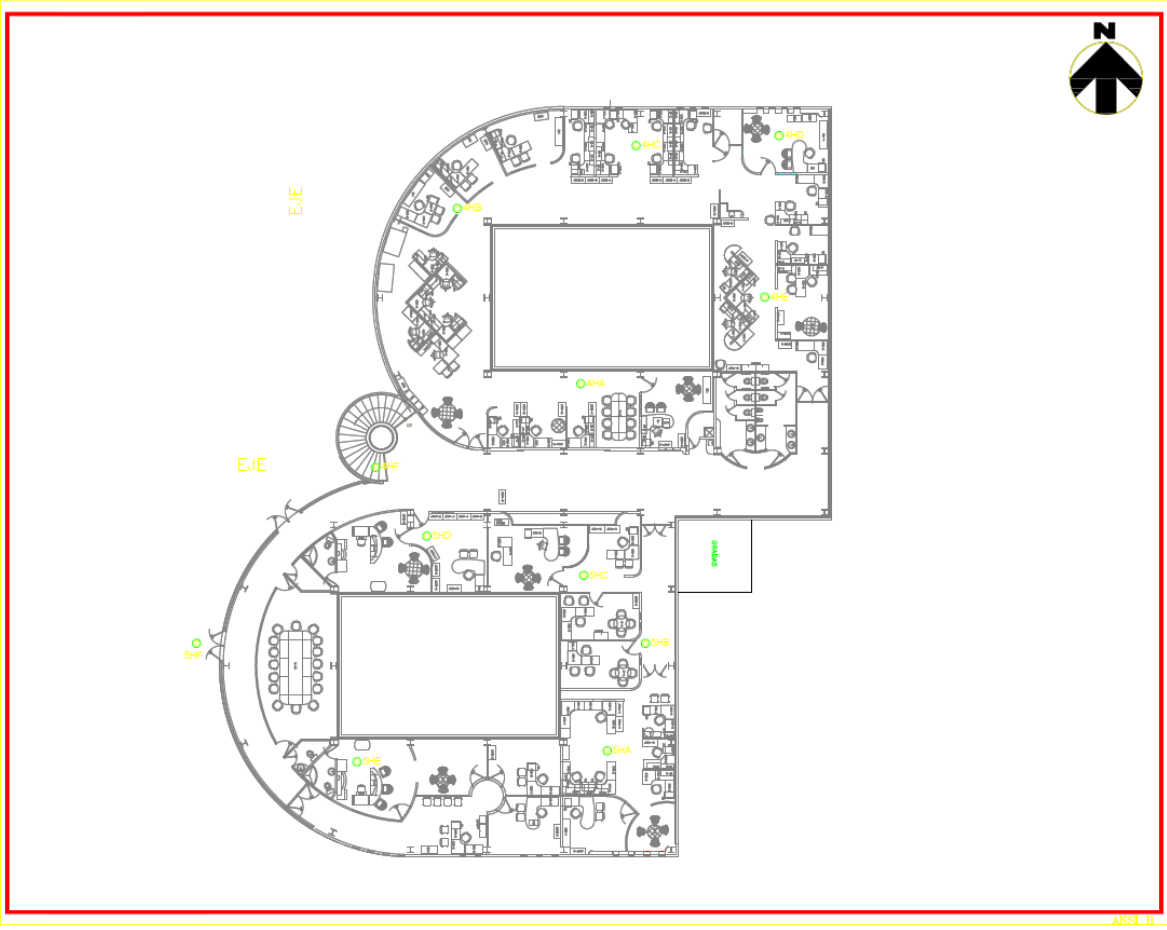
- [1] (Google SketchUp 2012). [Online].Disponible:
<http://www.sketchup.com/es/download>
- [2] Juan Pablo Cartagena, “Eficiencia energética en los edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador” Marzo, 2012.
- [3] Ana Silvia de Arévalo, “Análisis de la eficiencia energética y confort del Edificio Técnico Administrativo de LaGeo, S.A de C.V, Santa Tecla, La Libertad”, Noviembre, 2013.
- [4] (Building Technology Program. U.S Department of Energy). [Online].Disponible:
<http://www1.eere.energy.gov/buildings/>
- [5] (Building Technology Program. U.S Department of Energy EnergyPlus Versión 8.0). [Online].Disponible: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>
- [6] (Building Technology Program. U.S Department of Energy OpenStudio). [Online].Disponible:
<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/register.cfm?goto=openstudio>
- [7] (Building Technology Program. U.S Department of Energy Weather Data). [Online].Disponible:
http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm
- [8] (Consejo Nacional de Energía. –CNE Gobierno de El Salvador) [Online].Disponible:
<http://www.cne.gob.sv/>
- [9] Josep Sole, “Thermal Inertia in Buildings”, European Sustainability & Technical Manager.
- [10] Josep Sole, “Análisis higrotérmico de elementos Constructivos”, Dirección Técnica URSA Ibérica Aislantes.
- [11] ASHRAE Handbook of Fundamentals, “Chapter 18, Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations, Chapter 33 Physical Properties of Materials.” Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE. 2013.

- [12] (METEOTEST | Fabrikstrasse 14 | 3012 Bern | Switzerland) [Online].Disponible:
<http://meteonorm.com/>
- [13] (Manual Fluke 434 SERIE II) : [Online].Disponible:
<http://www.fluke.com/fluke/sves/support/manuals/default.htm>
- [14] (Banco mundial) [Online].Disponible:
<http://datos.bancomundial.org/tema/cambio-climatico>
- [15] (Manual PCE-PA 8000) : [Online].Disponible:
<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-electricidad/analizador-potencia-pce-pa8000.htm>
- [16] (Manual Anemómetro PCE-007) : [Online].Disponible:
<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-aire/anemometro-con-memoria-datalogger.htm>

ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS ARQUITECTONICOS DEL EDIFICIO.





ANSI LP

ANEXO 2. PLIEGO TARIFARIO.

III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW)									
BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Atención al Cliente	US\$/Usuario-m	11.049250	10.182217	10.474530	8.049299	8.654319	11.141329	3.249051	6.529114
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.201574	0.207142	0.199960	0.206517	0.196466	0.223320	0.189527	0.220607
Energía en Resto	US\$/kWh	0.202831	0.208466	0.202006	0.207843	0.198903	0.224649	0.193867	0.220699
Energía en Valle	US\$/kWh	0.186394	0.189976	0.185440	0.191628	0.185412	0.196365	0.176058	0.187069
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	12.657586	20.591096	20.700606	26.030723	26.552326	19.323956	8.232366	19.509399
MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	11.049250	10.182217	10.474530	8.049299	8.654319	11.141329	3.249051	6.529114
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.185327	0.190588	0.186617	0.189945	0.183482	0.207688	0.176260	0.194976
Energía en Resto	US\$/kWh	0.186482	0.191806	0.188527	0.191165	0.185758	0.208924	0.180296	0.195057
Energía en Valle	US\$/kWh	0.171371	0.174793	0.173066	0.176251	0.173158	0.182620	0.163734	0.165334
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	3.488796	5.310672	9.257709	13.892330	14.354951	9.088364	2.444465	5.026581

Pliego tarifario correspondiente a partir del 15 de Octubre de 2012

III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW)

BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Carga de Comercialización:									
Atención al Cliente	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Carga de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.196344	0.201521	0.200283	0.205557	0.208863	0.211570	0.186968	0.203960
Energía en Resto	US\$/kWh	0.197389	0.200972	0.203632	0.208923	0.211333	0.211256	0.188762	0.202920
Energía en Valle	US\$/kWh	0.188920	0.191581	0.193434	0.199463	0.204139	0.196607	0.179521	0.187172
Carga de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	13.154854	21.395565	21.606374	27.052718	26.634291	35.917192	8.269907	19.585692

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Carga de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Carga de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.181893	0.184473	0.182658	0.183295	0.185115	0.196760	0.173881	0.180263
Energía en Resto	US\$/kWh	0.182861	0.183970	0.185713	0.186296	0.187305	0.196469	0.175549	0.179344
Energía en Valle	US\$/kWh	0.175015	0.175374	0.176412	0.177861	0.180928	0.182845	0.166954	0.165426
Carga de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.235631	6.836782	11.996774	17.314987	16.540008	16.396882	2.455745	5.046238

Pliego tarifario correspondiente a partir del 15 de Enero de 2013

III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW)
BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Atención al Cliente	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.197754	0.203113	0.200784	0.207078	0.208185	0.213520	0.190950	0.207672
Energía en Resto	US\$/kWh	0.200215	0.203245	0.205071	0.210334	0.212809	0.213569	0.188286	0.209023
Energía en Valle	US\$/kWh	0.195630	0.205340	0.198144	0.207174	0.210898	0.216566	0.186416	0.203624
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	13.154854	21.395565	21.606374	27.052718	26.634291	35.917192	8.269907	19.585692

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.183199	0.185930	0.183115	0.184652	0.184514	0.198574	0.177583	0.183543
Energía en Resto	US\$/kWh	0.185479	0.186050	0.187025	0.187555	0.188613	0.198619	0.175106	0.184738
Energía en Valle	US\$/kWh	0.181232	0.187968	0.180708	0.184737	0.186919	0.201406	0.173367	0.179966
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.235631	6.836782	11.996774	17.314987	16.540008	16.396882	2.455745	5.046238

Pliego tarifario correspondiente a partir del 15 de Abril de 2013

III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW)
BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Atención al Cliente	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.195940	0.208720	0.197521	0.206333	0.205008	0.214391	0.160949	0.215588
Energía en Resto	US\$/kWh	0.199327	0.210630	0.202307	0.208410	0.211456	0.215807	0.161489	0.219111
Energía en Valle	US\$/kWh	0.187780	0.206517	0.190971	0.202260	0.204809	0.206616	0.156766	0.201161
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	13.154854	21.395565	21.606374	27.052718	26.634291	35.917192	8.269907	19.585692

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.181518	0.191062	0.180139	0.183987	0.181699	0.198975	0.149683	0.190540
Energía en Resto	US\$/kWh	0.184657	0.192811	0.184504	0.185839	0.187413	0.200289	0.150185	0.193654
Energía en Valle	US\$/kWh	0.173959	0.189046	0.174166	0.180356	0.181523	0.191759	0.145792	0.177789
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.235631	6.836782	11.996774	17.314987	16.540008	16.396882	2.455745	5.046238

Pliego tarifario correspondiente a partir del 15 de Junio de 2013

III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW)

BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

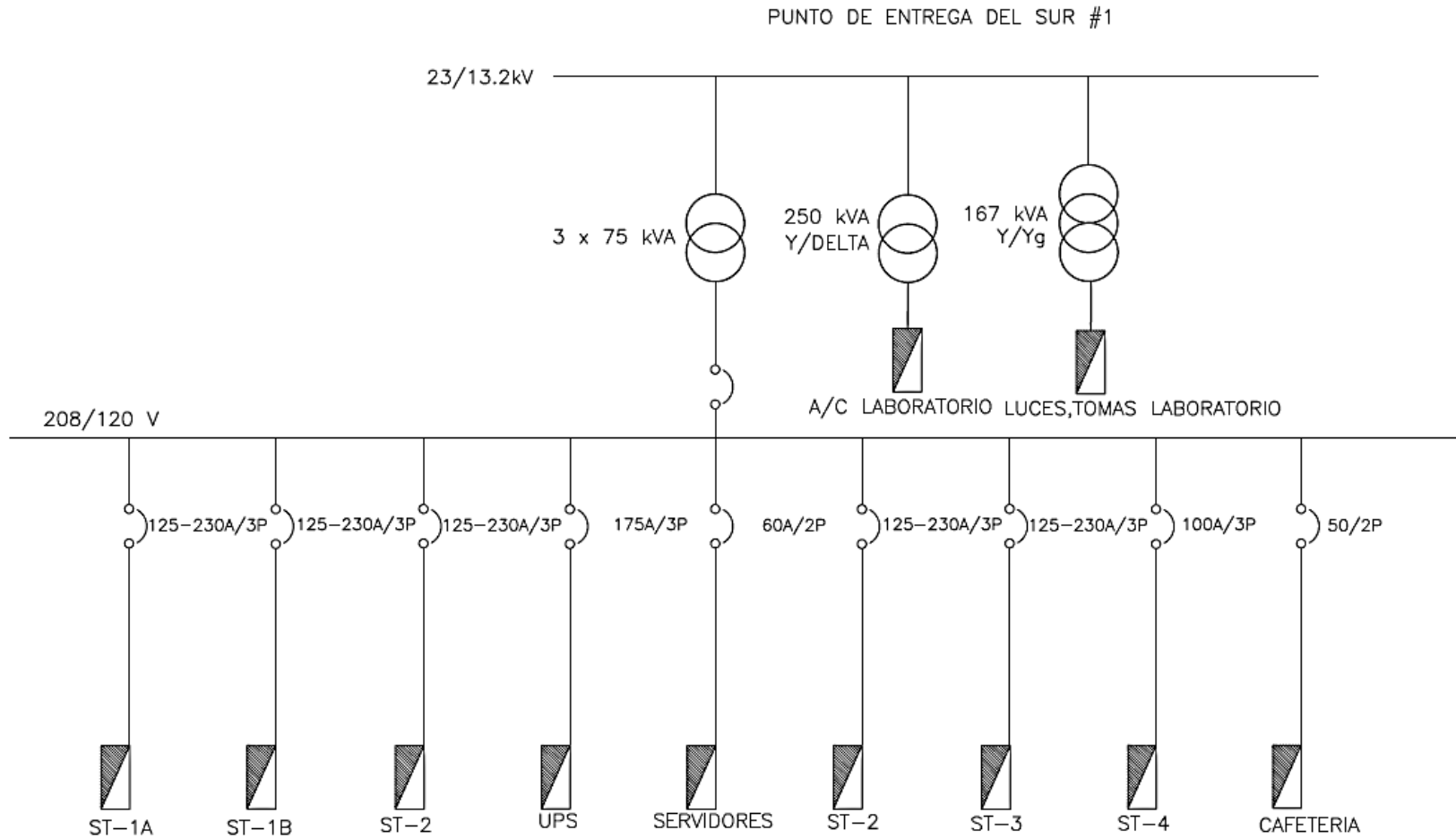
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO	
Carga de Comercialización:									
Atención al Cliente	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Carga de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.191285	0.200214	0.195947	0.201635	0.201285	0.205829	0.186220	0.197450
Energía en Resto	US\$/kWh	0.193309	0.199531	0.198806	0.202448	0.205824	0.204265	0.181090	0.196787
Energía en Valle	US\$/kWh	0.179654	0.190265	0.190043	0.194819	0.195355	0.193466	0.178740	0.169612
Carga de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	13.154854	21.395565	21.606374	27.052718	26.634291	35.917192	8.269907	19.585692

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

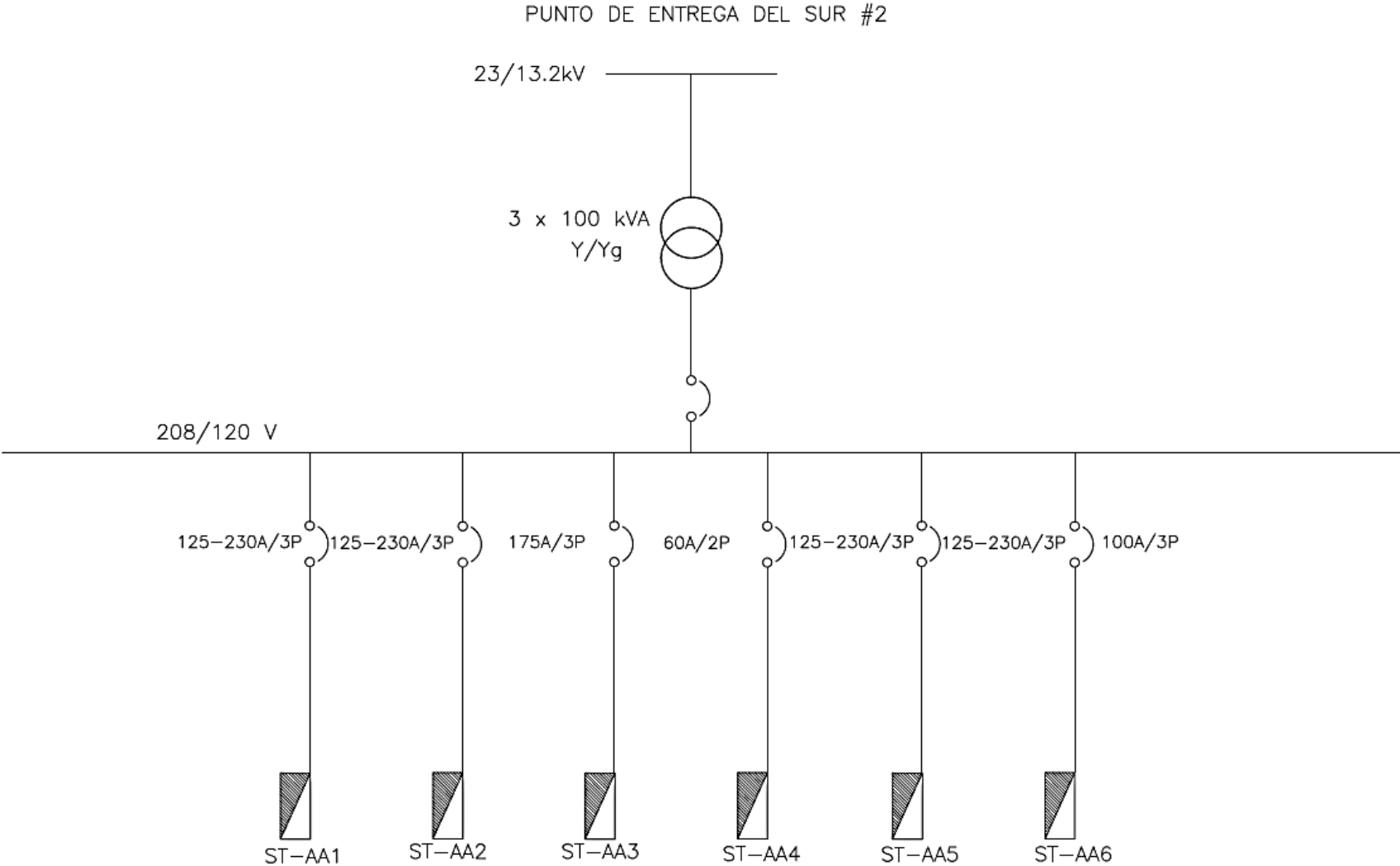
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO	
Carga de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.876732	14.451952	12.248176	13.884105	13.833238	17.533254	3.274463	6.580180
Carga de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.177206	0.183276	0.178704	0.179798	0.178399	0.191028	0.173185	0.174509
Energía en Resto	US\$/kWh	0.179082	0.182650	0.181311	0.180523	0.182422	0.189577	0.168414	0.173923
Energía en Valle	US\$/kWh	0.166432	0.174169	0.173319	0.173721	0.173143	0.179554	0.166229	0.149905
Carga de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.235631	6.836782	11.996774	17.314987	16.540008	16.396882	2.455745	5.046238

Pliego tarifario correspondiente a partir del 15 de Octubre de 2013

ANEXO 3. DIAGRAMA UNIFILAR DEL PUNTO DE ENTREGA #1 DEL SUR (SUBESTACION EN ESTUDIO DE 225KVA PARALUCES Y EQUIPOS DE OFICINA).



ANEXO 4. DIAGRAMA UNIFILAR DEL PUNTO DE ENTREGA #2 DE DEL SUR (SUBESTACION DE A/C)



LaGeo, Santa Tecla

Nombre del sitio

13.65

Latitud [°N]

-89.27

Longitud [°E]

906

Altitud [msnm]

V, 2

Región climática

Estándar

Modelo irradiancia

2000–2009

Periodo de temperatura

Estándar

Modelo temperatura

1986–2005

Periodo de radiación

Perez

Modelo irrad. incl.

Información adicional

Incertidumbre de valores anuales: Gh = 7%, Bn = 14%, Ta = 0.5 °C

Tendencia de gh / década: -

Variabilidad de gh / año: 2.0%

Sitios de radiación interpolados: Satellite data

Temperature interpolation locations: San Salvador/Ilopang (18 km), LA ESPERANZA (142 km), Santa Rosa C. (134 km), Tegucigalpa (227 km)

Mes	G_Gh	G_Bn	G_Dh	Lg	Ld	N	Ta	Td
	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[octas]	[C]	[C]
Enero	237	282	61	25968	8467	4	22.0	15.7
Febrero	251	271	73	27547	9767	3	23.0	15.9
Marzo	254	231	97	28067	13007	4	23.8	16.8
Abril	243	194	109	26977	14354	4	24.5	17.8
Mayo	223	162	108	24908	13946	5	23.9	19.5
Junio	213	180	86	23889	10777	5	23.2	19.8
Julio	239	220	85	26834	11036	4	23.3	19.6
Agosto	233	209	88	26077	11339	4	23.5	19.9
Setiembre	200	148	99	22626	12311	5	22.9	20.1
Octubre	217	200	87	24342	11224	5	22.6	19.5
Noviembre	223	241	72	24667	9496	4	22.1	17.6
Diciembre	225	269	61	24815	8448	4	22.1	16.9
Año	230	217	85	25560	11181	4	23.1	18.2

Mes	RH	p	DD	FF
	[%]	[hPa]	[deg]	[m/s]
Enero	67	914	8	3.7
Febrero	64	914	8	3.6
Marzo	65	914	183	3.4
Abril	66	914	183	3.3
Mayo	76	914	184	2.6
Junio	81	914	11	2.4
Julio	80	914	8	2.5
Agosto	80	914	10	2.4
Setiembre	84	914	11	2.2
Octubre	83	914	11	2.5
Noviembre	75	914	10	3.3
Diciembre	72	914	8	3.4
Año	75	914	13	2.9

Gh: Irradiancia media de la radiación global horizontal

Bn: Irradiancia de la radiación directa normal

Dh: Irradiancia media de la radiación difusa horizontal

N:

Grado de nubosidad

Lg:

Luminancia global

Ta:

Temperatura del

aire RH:

Humedad relativa

Td: Temperatura del punto de rocío

DD:

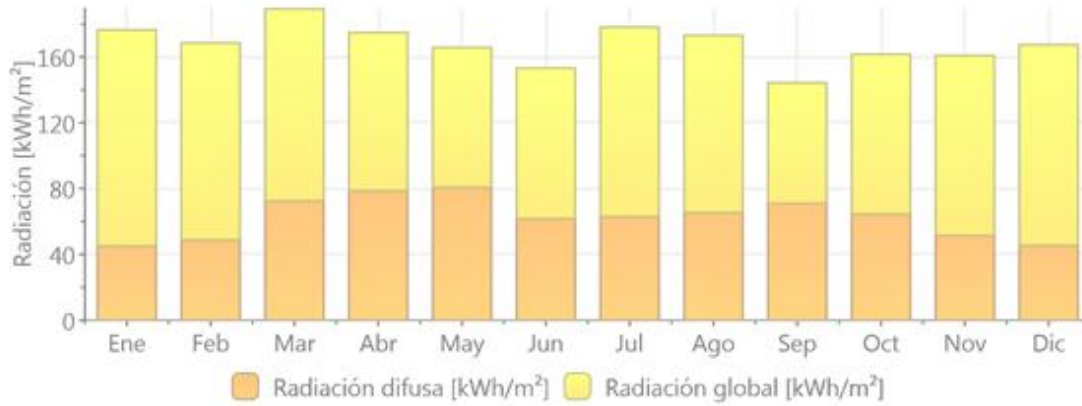
Dirección del viento

FF:

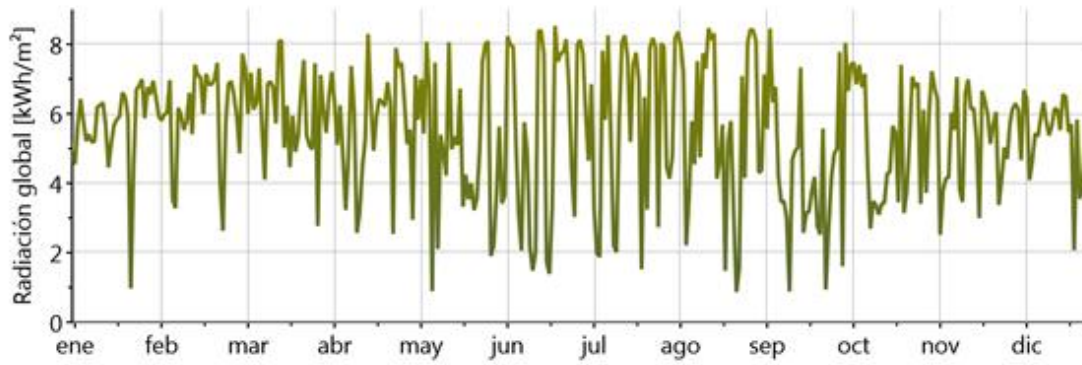
Velocidad del viento p:

Presión atmosférica

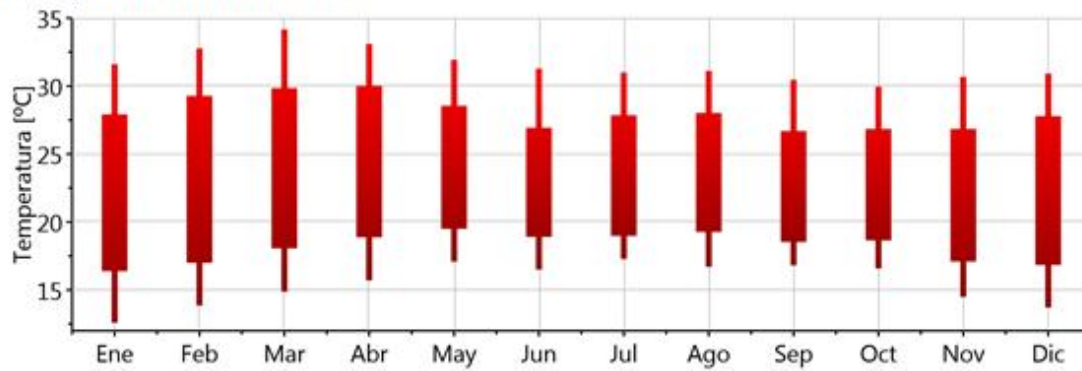
Radiación mensual



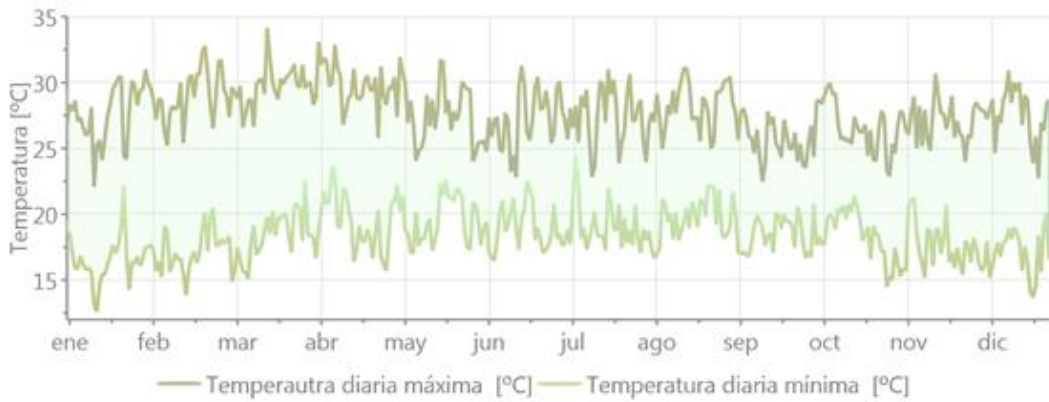
Radiación global diaria



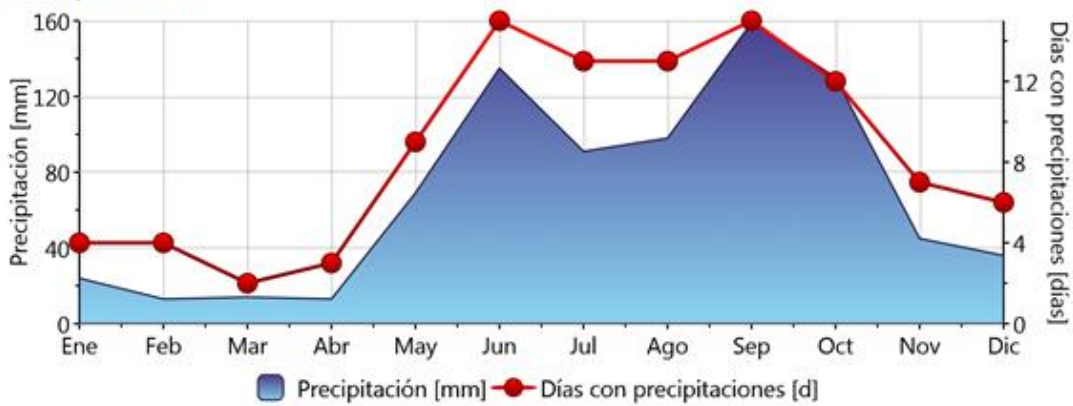
Temperatura mensual



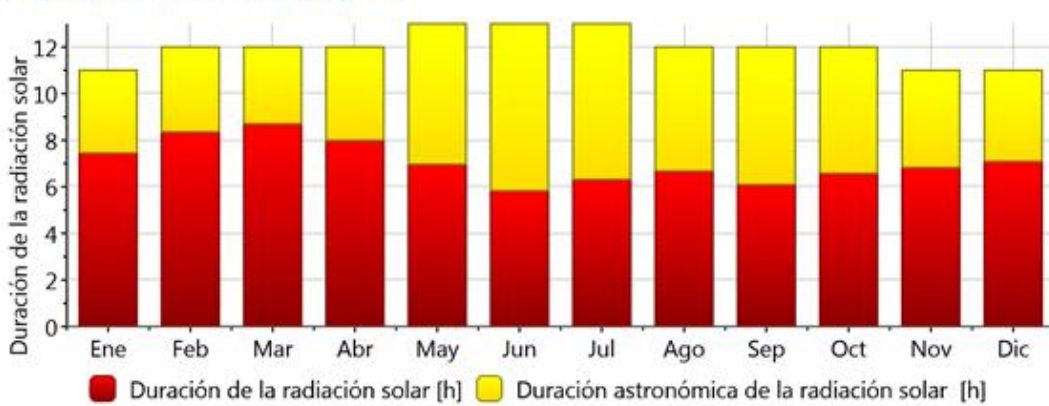
Temperatura diaria



Precipitación



Duración de la insolación



ANEXO 5. DATOS METEREOLÓGICOS DE LaGeo SANTA TECLA [12].



ANEXO 6. TEMPERATURA DE TERMOTASTO EN EL EDIFICIO.



ANEXO 7. MASA INTERNA DEL EDIFICIO.



ANEXO 8. TIPOS DE PERSIANAS INSTALADAS EN EL EDIFICIO.