

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



**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO
DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACIÓN
PROFESIONAL "INSAFORP"**

PRESENTADO POR:

JOSÉ DAVID ARAUJO CABRERA

HENRY JOSUÉ MORENO CUBIAS

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

DR. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DIRECTOR:

ING. ARMANDO MARTÍNEZ CALDERÓN

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

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:
INGENIERO ELECTRICISTA

Titulo:

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO
DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION
PROFESIONAL "INSAFORP"**

Presentado por:

**JOSÉ DAVID ARAUJO CABRERA
HENRY JOSUÉ MORENO CUBIAS**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

DR. CARLOS OSMÍN POCASANGRE JÍMENEZ

SAN SALVADOR, JULIO 2022

Trabajo de Graduación Aprobado por:

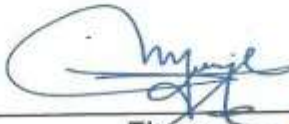
Docente Asesor:

DR. CARLOS OSMÍN POCASANGRE JÍMENEZ

NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, jueves 16 de junio de 2022, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las Hora: 2:00 p.m. p.m. horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. Armando Martínez Calderón
Director


Firma

2. MSc. José Wilber Calderón Urrutia
Secretario

Pas: 
Firma



Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:


- DR. CARLOS OSMIN POCASANGRE JIMÉNEZ
(Docente Asesor)


Firma

- ING. JOSE ROBERTO RAMOS LOPEZ


Firma

- MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS


Firma

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACIÓN PROFESIONAL, "INSAFORP"

A cargo de los Bachilleres:

- ARAUJO CABRERA JOSÉ DAVID
- MORENO CUBIAS HENRY JOSUÉ

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final: 8.5
(Ocho punto cinco)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por permitirme poder llegar a la finalización de mi carrera universitaria. A mi padre Oscar Roberto Araujo que en paz descanse, por enseñarme siempre el camino del bien y ser un ejemplo como hombre y como padre, por apoyarme siempre desde pequeño y ayudarme en mi crecimiento personal y profesional y siempre sentirse orgulloso de mi. A mi madre Gladys Angélica Cabrera de Araujo por ser una madre incondicional, siempre incentivarme a no rendirme y brindarme junto con mi padre siempre todo el amor y apoyo en lo académico y en lo personal y por ser la persona idónea que Dios puso en mi vida para que pudiese terminar mi carrera.

Agradezco a mis hermanos, mis tías y mi familia que siempre estuvieron apoyándome en toda la etapa de estudiante y me motivaban en todo momento.

Agradezco a la Universidad y sus docentes y sobre todo a los docentes de la escuela de eléctrica por compartir sus conocimientos y siempre estar dispuestos a ayudar, a mis compañeros y amigos por estar en las buenas y en las malas en todo el proceso de estudio y por siempre motivarnos a seguir adelante.

Agradezco a nuestro docente asesor Dr. Carlos Osmín Pocasangre por tenernos paciencia en todo el proceso de la realización de nuestro trabajo de graduación, por guiarnos y solventar siempre las dudas.

Finalmente, quiero agradecer especialmente a Reinita, secretaria de la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad por apoyarnos y siempre estar pendiente de todo nuestro proceso de tesis y motivarnos en todo momento.

José David Araujo Cabrera

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a mis padres Paz de Moreno y José Luis Moreno por todo el apoyo incondicional que me brindaron desde el inicio hasta el final de mi carrera universitaria, tanto en lo económico como en lo emocional, siempre estuvieron al tanto de mis victorias y derrotas.

Agradezco a mi familia por las muestras de comprensión y motivación brindadas, el camino no era fácil pero tampoco era imposible, se cumplió el objetivo y eso es gracias a ustedes; así como también a todas las personas con las que compartí un momento de mi vida y parte de mi carrera, gracias por coincidir con mi persona y por dejar una huella y un buen recuerdo, son parte de la experiencia de este periodo de formación profesional.

Bastante agradecido con la Universidad de El Salvador y sus catedráticos, que con sus métodos y estrategias nos forman para ser mejores profesionales en campo; a mis compañeros y amigos que siempre estuvieron ahí con sus palabras de aliento y esas pláticas motivacionales para no tirar la toalla; sincero agradecimiento a nuestro asesor Dr. Carlos Osmín Pocasangre Jiménez, por su valioso empeño y sus llamados de atención para el buen desarrollo y finalización de nuestro trabajo de graduación.

Finalmente agradecer a Reinita, secretaria de la escuela de ingeniería eléctrica de la Universidad de El Salvador, por todo su seguimiento, ayuda y motivación brindada en nuestro trabajo de graduación, sin ella el camino hubiese sido aún más difícil.

Henry Josué Moreno Cubias.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	LISTA DE FIGURAS.....	11
	Figuras del Capítulo I.....	11
	Figuras del Capítulo II.....	11
	Figuras del Capítulo III.....	13
II.	LISTA DE TABLAS.....	14
	Tablas del Capítulo I.....	14
	Tablas del Capítulo II.....	14
	Tablas del Capítulo III.....	14
	Tablas del Capítulo IV.....	15
III.	LISTA DE GRÁFICOS.....	15
	Gráficos del Capítulo I.....	15
	Gráficos del Capítulo III.....	15
	Gráficos del Capítulo IV.....	16
IV.	DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	16
	DEFINICIONES.....	16
	ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	18
	INTRODUCCIÓN.....	19
	OBJETIVOS.....	20
	CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	21
	Historia de la Generación Eléctrica en El Salvador.....	21
	Antecedentes de las Políticas Energéticas en El Salvador.....	21
	Eficiencia Energética.....	22
	Importancia de la Eficiencia Energética desde el punto de vista del parque de generación.....	23
	Eficiencia Energética en Edificios.....	26
	Condiciones Generales de Diseño, Construcción y Climatización en edificios.....	28
	Auditorías Energéticas en Edificios Existentes.....	32
	Eficiencia Energética en Edificios Públicos.....	33
	Metodología Básica para Auditoría Energética.....	36
	Metodología General de Estudio de Eficiencia Energética.....	37
	Línea Base.....	38
	Identificación del Edificio.....	38

Solicitud de información	38
Inspección Visual.....	41
Modelo Base de Consumo de Energía	41
Modelo de Bajo Consumo de Energía.....	41
Análisis y Evaluación de Modelos	42
Análisis Económico.....	43
Implementación y Seguimiento	43
Simulación.....	43
Qué es Simulación.....	43
Qué es simulación térmica de edificios.....	43
Objetivo de la simulación térmica de edificios	43
Cálculos de carga térmica	44
Análisis de energía	44
Cómo ahorrar energía por medio de la simulación	45
Norma ISO 50001:2011.....	45
Antecedentes de la norma ISO 50001	45
Origen de la Norma ISO 50001:2011	45
Estructura de la Norma ISO 50001:2011	46
Requerimientos de la norma ISO 50001	47
Beneficios de la norma.....	49
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO	49
Programas a Utilizar	49
Descarga e Instalación de los Programas.....	50
Introducción a SketchUp.....	50
Introducción a OpenStudio	52
Introducción a EnergyPlus	54
Entorno de Trabajo de EnergyPlus.....	57
Entorno de trabajo de SketchUp.....	60
Entorno de trabajo del Plug-in de OpenStudio	62
Entorno de trabajo de OpenStudio Application.....	66
Creación de Modelo	67
CAPÍTULO III. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	89

Implementación de la Metodología en el Edificio del Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP).....	89
Solicitud de la información del Edificio de INSAFORP	89
Identificación de cual Edificio de INSAFORP tiene un consumo crítico de energía.....	90
Inspección visual del Edificio de INSAFORP.....	92
Condiciones de la fachada de ambos edificios de Insaforp	93
Condiciones internas del edificio	93
Iluminación y Equipos de Oficina actuales en el edificio	93
Modelo Base de Consumo de Energía del Edificio de INSAFORP.....	105
Modelo de línea base del edificio del estacionamiento.....	105
Modelo de línea base del edificio de oficinas	107
Consumo eléctrico Real y Demanda de Potencia del Edificio de Insaforp.....	109
Resultados de Simulación vs Datos Reales de Consumo de Energía Eléctrica y Demanda de Potencia	112
Consumo de Energía Real vs Simulado del Edificio del Estacionamiento	112
Consumo de Energía Real vs Simulado del Edificio de Oficinas	113
Demanda de Potencia Real vs Simulada del Edificio del Estacionamiento	114
Demanda de Potencia Real vs Simulada del Edificio de Oficinas	115
Consideraciones a tomar en cuenta a la hora de realizar las simulaciones y los análisis de los resultados.....	116
Análisis de la facturación del consumo de energía eléctrica y demanda de potencia del modelo de línea base del edificio de Insaforp	116
Modelo de Bajo Consumo de Energía del Edificio de INSAFORP	118
Consumo de Energía Eléctrica del Edificio del Estacionamiento	118
Consumo de Energía Eléctrica del Edificio de Oficinas	120
Resultados de la Simulación del Consumo de Energía Eléctrica y Demanda de Potencia del Edificio de Insaforp	122
Análisis de la facturación del consumo de energía eléctrica y demanda de potencia del modelo de bajo consumo del edificio de Insaforp.....	125
Indicadores de Desempeño Energético del Edificio de Insaforp.....	127
Indicadores del edificio del Estacionamiento y del edificio de Oficinas.....	127
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA ISO 50001 EN EL EDIFICIO DE INSAFORP	128
Medidas de Ahorro Energético	128
Recomendaciones mediante la ISO 50001 para una mejor eficiencia energética.....	129

CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	134
RECOMENDACIONES.....	134
CONCLUSIONES.....	135
A. PLIEGOS TARIFARIOS DEL AÑO 2020 PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO	139
B. FACTURAS DEL EDIFICIO CORRESPONDIENTES AL AÑO 2020.....	142

I. LISTA DE FIGURAS

Figuras del Capítulo I

Figura 1.1. El uso de la EE puede reducir índices económicos, sociales y energéticos en las edificaciones. a) Representa la no aplicación de EE. b) Representa la práctica de EE mediante el cual se obtendría beneficios en cuanto a reducción.

Figura 1.2. Proceso de análisis y evaluación de EE en diseño de edificaciones, también es válida para otro tipo de construcción.

Figura 1.3. Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (ETICS).

Figura 1.4. Sistema de Doble Vidriado Hermético (DVH).

Figura 1.5. Diagrama de bloque que representa la metodología básica de estudio de Eficiencia Energética. Estas etapas son típicas para cualquier metodología.

Figura 1.6. Diagrama de bloque que representa una metodología más compuesta y detallada en comparación con la metodología expuesta anteriormente.

Figura 1.7. Esquema de mejora continua en la ISO 50001.

Figura 1.8. Ciclo de mejora continua.

Figura 1.9. Actividades medulares.

Figuras del Capítulo II

Figura 2.1. Programas a Utilizar.

Figura 2.2. Diagrama de Flujo de cómo trabajan los programas a utilizar (tomando en cuenta que Design Builder es un programa extra pero no necesario para visualizar los resultados).

Figura 2.3. Descarga de archivo de versión a Instalar de SketchUp.

Figura 2.4. Ventana de Selección de Plantilla.

Figura 2.5. Descarga de archivo de versión a Instalar de OpenStudio.

Figura 2.6. Ventana principal de SketchUp con el Plug-in de OpenStudio.

Figura 2.7. Descarga de archivo de versión a Instalar de EnergyPlus.

Figura 2.8. Descarga de archivos meteorológicos.

Figura 2.9. Ventana principal de EP-Launch.

Figura 2.10. Ventana principal de IDF-Editor.

Figura 2.11. Edición de objetos en IDF-Editor.

Figura 2.12. Elegir plantilla de trabajo de SketchUp.

Figura 2.13. Herramientas y área de trabajo de SketchUp.

Figura 2.14. Ejes de trabajo en SketchUp.

Figura 2.15. Extensión de OpenStudio.

Figura 2.16. Extensión de OpenStudio User Scripts.

Figura 2.17. Barra de Herramientas de OpenStudio.

Figura 2.18. Herramientas de Gestión de Archivos.

Figura 2.19. OpenStudio Application.

Figura 2.20. Creación del nuevo espacio.

Figura 2.21. Al darle doble clic, nos aparecerá el cubo como se muestra en esta imagen.

Figura 2.22. Introducción de medidas que tendrá la oficina.

Figura 2.23. Líneas de Referencia hechas con la herramienta Medir.

Figura 2.24. Líneas de división hechas con la herramienta Lápiz.

Figura 2.25. Levantamiento y creación de número de pisos.

Figura 2.26. Aplicación de Surface Matching.

Figura 2.27. Visualización del interior de parte del primer nivel del edificio de las oficinas.

Figura 2.28. Puertas y ventanas creadas.

Figura 2.29. Creación de Sombras.

Figura 2.30. Introducción de panel solar.

Figura 2.31. Datos acerca del panel solar.

Figura 2.32. Creación de sistema fotovoltaico.

Figura 2.33. Creación de persianas.

Figura 2.34. Determinación de nombres de espacios.

Figura 2.35. Determinación de nombres de objetos.

Figura 2.36. Información general sobre los datos con los que trabajará OpenStudio para su simulación.

Figura 2.37. Introducción de los horarios.

Figura 2.38. Tipo de materiales de los que estará hecha la construcción del edificio.

Figura 2.39. Visualización de la Oficina por medio del renderizado por Construcción.

Figura 2.40. Determinación de la demanda de las personas y los aparatos.

Figura 2.41. Tipos de Espacios que hay en el Edificio.

Figura 2.42. Visualización del Edificio de Insaforp por medio del renderizado por Tipo de Espacio.

Figura 2.43. Visualización de la geometría del Edificio.

Figura 2.44. Visualización de las instalaciones.

Figura 2.45. Visualización del Edificio por medio del renderizado por piso.

Figura 2.46. Propiedades del edificio.

Figura 2.47. Determinación de las zonas térmicas y su respectiva climatización.

Figura 2.48. Visualización del Edificio por medio del renderizado por zona térmica.

Figura 2.49. Introducción de los sistemas HVAC del Edificio.

Figura 2.50. Activación y Desactivación de Variables.

Figura 2.51. Ajustes para la Simulación.

Figura 2.52. Introducción de cómo y dónde se generarán los resultados de la simulación.

Figura 2.53. Ejecución de la Simulación.

Figura 2.54. Reporte de Resultados de OpenStudio de la Simulación.

Figura 2.55. Reporte de Resultados de EnergyPlus de la Simulación.

Figuras del Capítulo III

Figura 3.1. a) Edificio de Parqueo y b) Edificio de Oficinas del Insaforp.

Figura 3.2. Distribución del Edificio de Estacionamiento y del Edificio de Oficinas del Insaforp.

II. LISTA DE TABLAS

Tablas del Capítulo I

Tabla 1.1. Diferentes tipos de barreras para la puesta en ejecución de Eficiencia Energética.

Tabla 1.2. Aplicación de los programas de carga térmica y análisis de energía.

Tablas del Capítulo II

Tabla 2.1. Herramientas más utilizadas en OpenStudio.

Tabla 2.2. Elementos que tendrá el Edificio.

Tablas del Capítulo III

Tabla 3.1. Tipos de luminarias utilizadas y fracción de calor empleadas en el programa de simulación.

Tabla 3.2. Fracción de calor latente y radiante en quipos eléctricos de oficina y de cocina.

Tabla 3.3. Tipo de actividad de las personas en distintos recintos del edificio en [W/persona].

Tabla 3.4. Distribución de los espacios del nivel 1 del edificio de oficinas.

Tabla 3.5. Distribución de los espacios del nivel 2 del edificio de oficinas.

Tabla 3.6. Distribución de los espacios del nivel 3 del edificio de estacionamiento.

Tabla 3.7. Distribución de aires acondicionados por recinto del nivel 3 del edificio del estacionamiento.

Tabla 3.8. Distribución de aires acondicionados por recintos del nivel 1 del edificio de oficinas.

Tabla 3.9. Distribución de aires acondicionados por recintos del nivel 2 del edificio de oficinas.

Tabla 3.10. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

Tabla 3.11. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de oficinas.

Tabla 3.12. Consumo mensual anual y simulado con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio del estacionamiento.

Tabla 3.13. Consumo mensual anual y simulado con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio de oficinas.

Tabla 3.14. Demanda de Potencia anual y simulada con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio del estacionamiento.

Tabla 3.15. Demanda de Potencia anual y simulada con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio de Oficinas.

Tabla 3.16. Costos monetarios mensuales para ambos edificios de Insaforp.

Tabla 3.17. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

Tabla 3.18. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de Oficinas.

Tabla 3.19. Costos monetarios mensuales para ambos edificios de Insaforp.

Tabla 3.20. Indicadores energéticos aplicados a los edificios de Insaforp.

Tabla 3.21. Resultado de Indicadores energéticos en ambos edificios.

Tablas del Capítulo IV

Tabla 4.1 Costeo de sustitución de luminarias fluorescentes por luminarias led en ambos edificios.

Tabla 4.2. Costos monetarios mensuales para ambos edificios aplicando las mejoras en las luminarias de Insaforp.

III. LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos del Capítulo I

Gráfico 1.1. Evolución de la capacidad instalada en El Salvador a través de los años según el crecimiento de la demanda de energía eléctrica. Fuente: Consejo Nacional de Energía-CNE

Gráfico 1.2. Porcentaje de la capacidad instalada según la forma de generación de electricidad. Fuente: Consejo Nacional de Energía-CNE

Gráficos del Capítulo III

Gráfico 3.1. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.2. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.3. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de oficinas.

Gráfico 3.4. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio de oficinas.

Gráfico 3.5. Gráfico del consumo de energía y demanda de potencia real para el año 2020 en el edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.6. Gráfico del consumo de energía y demanda de potencia real para el año 2020 en el edificio de oficinas.

Gráfico 3.7. Consumo de Energía Real vs Consumo de Energía Simulado del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.8. Consumo de Energía Real vs Consumo de Energía Simulado del edificio de oficinas.

Gráfico 3.9. Demanda de Potencia Real vs Demanda de Potencia Simulada del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.10. Demanda de Potencia Real vs Demanda de Potencia Simulada del edificio de Oficinas.

Gráfico 3.11. Costos monetarios totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia de ambos edificios de Insaforp.

Gráfico 3.12. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.13. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.14. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de Oficinas.

Gráfico 3.15. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio de Oficinas.

Gráfico 3.16. Consumo de Energía y Demanda de Potencia del edificio del estacionamiento.

Gráfico 3.17. Consumo de Energía y Demanda de Potencia del edificio de Oficinas.

Gráfico 3.18. Costos monetarios totales por consumo de energía y demanda de potencia de ambos edificios.

Gráficos del Capítulo IV

Gráfico 4.1. Costos monetarios totales por consumo de energía y demanda de potencia de ambos edificios.

IV. 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.

Aislación térmica: impedir en alguna medida la transferencia de calor desde o hacia el cuerpo aislado. Los materiales de aislación térmica aprovechan en general el hecho de que el aire es un excelente aislante. Por esta razón, la gran mayoría de los materiales usados como aislantes son porosos, manteniendo el aire atrapado en su interior.

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.

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.

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.

Cortasol: Estructura saliente en la fachada de un edificio con la finalidad de bloquear la incidencia de los rayos solares.

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.

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.

Sistema Fotovoltaico: Sistema de paneles fotovoltaicos conectados entre sí que funciona como unidad para producir energía.

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

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

EP: Programa de EnergyPlus

OS: Programa de OpenStudio

CNE: Consejo Nacional de Energía

EE: Eficiencia Energética

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

KW: Kilowatt

KWh: Kilowatt-hora

SIGET: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

INTRODUCCIÓN

La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten el mayor aprovechamiento en el uso de la energía en todas sus formas, a fin de obtener productos y servicios destinados a lograr beneficios sociales, económicos y ambientales. Por esta razón los edificios energéticamente eficientes son muy recomendables para lograr una calificación energética que nos lleve a tener un mayor ahorro de energía y también un medio ambiente más limpio en relación a los distintos tipos de confort, etcétera.

En la actualidad es muy importante saber sobre el manejo de herramientas informáticas en genera, y en este caso saber utilizar software para el análisis del comportamiento energético de edificios, para que por medio de eso se puedan proponer medidas de ahorro energético, propuestas de mejoras para que exista un mejor confort térmico en el edificio, entre otras que favorezcan a un mejor rendimiento del edificio.

Se realizó una simulación energética de un modelo de edificio mediante el motor de cálculo energético EnergyPlus (EP) con la herramienta de construcción e introducción de geometría SketchUp y el Plug-in para la modelización de edificios e introducción de cargas, horarios, etc., OpenStudio (OS).

EnergyPlus es probablemente el motor de cálculo más completo y constantemente actualizado para la simulación energética de edificios, OpenStudio es una interfaz que facilita la introducción de los objetos necesarios en EnergyPlus y que se apoya en SketchUp para la introducción geométrica y constructiva de los edificios. Esta asociación de EnergyPlus con SketchUp mediante OpenStudio permite modelizar edificios para simularlos energéticamente.

En el primer capítulo se hace una referencia teórica de los conceptos más importantes acerca de la eficiencia energética y sobre los programas que se utilizaron y sobre la norma ISO 50001. En el capítulo dos se describe cada programa que se utilizó en este trabajo de investigación y desde su descarga e instalación hasta su uso detallado para una mayor comprensión en cuanto al entorno de trabajo. El capítulo tres trata sobre el análisis y los resultados de las simulaciones desde el modelo base hasta la aplicación del modelo de bajo consumo en el edificio del Insaforp.

Uno de los objetivos fundamentales de cualquier organización o institución es buscar la eficacia en la gestión energética; esto es para conseguir el equilibrio entre evitar el daño al medio ambiente, minimizar costes y garantizar en todo momento la calidad de los servicios y el confort de los usuarios, por esta razón nos apoyamos en el capítulo cuatro de la norma ISO 50001.

Por último, se presenta una serie de recomendaciones para poder ser implementadas en el edificio para obtener una mejor eficiencia así también como las conclusiones a las que se llegó como equipo de trabajo sobre los resultados obtenidos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la Eficiencia Energética en el Edificio del Instituto Salvadoreño de Formación Profesional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Implementar alternativas y metodologías de evaluación de la eficiencia energética en el sistema eléctrico de INSAFORP.

- Aplicar tecnologías de simulación de energía por medio del software EnergyPlus para analizar y determinar la carga térmica y el consumo de energía en el edificio en estudio.
- Recomendar una metodología basada en la norma ISO 50001 que posea condiciones eficientes para la modelación del comportamiento del sistema de gestión energética del edificio y proponer un plan de gestión energética que pueda aprovechar las oportunidades de ahorro y mejorar las operaciones de los inmuebles del edificio en estudio.

ALCANCES

- Obtener resultados de un modelo de línea base del edificio para luego hacer un análisis para aplicar medidas para poder obtener un modelo de bajo consumo de energía.
- Utilizar de manera eficaz y adecuado cada programa que en este trabajo está involucrado.
- Hacer un estudio de consumo y aprovechamiento de los recursos energéticos de los edificios del Insaforp, para luego proponer medidas de mejora de la eficiencia energética de los edificios, basado en normas internacionales.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

Historia de la Generación Eléctrica en El Salvador.

Antes de 1925, los recursos hídricos que poseía El Salvador no eran utilizados para generar energía eléctrica. Fue entonces, hasta ese año que fueron presentadas las primeras propuestas para aprovechar los recursos hidrológicos de El Salvador, con fines de generación de energía eléctrica. Sin embargo, estas no serían desarrolladas sino hasta varios años más tarde.

Entre 1946 y 1947, se efectuaron los estudios preliminares de carácter técnico, estableciendo la factibilidad del desarrollo hidroeléctrico del río Lempa, calculando su potencialidad en unos 300 MVA por medio de la construcción de varias presas. En 1948 la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) se vuelve autónoma y siendo así, negoció contratos para la preparación de diseños y especificaciones para la construcción de la obra y la fabricación de equipos eléctricos y mecánicos.

La Asamblea Nacional Constituyente, en 1950, aprobó la ejecución del proyecto Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre. En 1951, se inició la construcción y fue hasta el 21 de junio de 1954 que concluyó la obra siendo bautizada con el nombre de “Presa Hidroeléctrica 5 de Noviembre”.

Cuando comenzó a prestar servicio la Presa Hidroeléctrica 5 de Noviembre en el año 1954, había más de cien poblaciones carentes de alumbrado y la electrificación rural era inexistente.

En sus primeros 25 años de labor, CEL incorporó al patrimonio nacional alrededor de 6 obras. CEL continuó en los años 1971 su expansión iniciando estudios y gestiones para la construcción de otra central generadora y de la energía geotérmica, recurrió a la producción energética a partir de combustible fósil y ejecutó los dos grandes proyectos de aprovechamiento de recursos propios para el desarrollo energético: Planta Geotérmica de Ahuachapán y Central Hidroeléctrica Cerrón Grande.

En 1978 inició un difícil período para la vida del país, que desencadenó en un conflicto armado a consecuencia del cual los bienes de CEL empezaron a sufrir daños, principalmente las líneas de transmisión. A pesar de esa situación continuaron estudios y trabajos relativos al proyecto hidroeléctrico San Lorenzo y su sistema transmisor, así como las investigaciones geotérmicas en varios lugares del país y se realizaron muchas otras obras de electrificación.

Antecedentes de las Políticas Energéticas en El Salvador

A lo largo de los años, hasta hoy en día, El Salvador fue testigo de diversos acontecimientos que influyeron en el actual estado económico, político y social; entre tantos tenemos el desenvolvimiento de una “guerra civil” en los años ochenta, que dejó como resultados miles de muertos, el estancamiento del desarrollo económico, la destrucción de una buena parte

de su infraestructura y la migración de miles de salvadoreños que abandonaron el país. Durante este periodo difícil que enfrentó El Salvador, los bienes de la Comisión Ejecutiva del Rio Lempa (CEL) empezaron a sufrir daños, principalmente las líneas de transmisión. A pesar de esa situación continuaron estudios y trabajos relativos en la generación hidroeléctrica, así como otras investigaciones y obras de electrificación referentes a diversas fuentes de generación. Es así como el auge de la generación de energía eléctrica fue evolucionando hasta lo que conocemos hoy en día como “El Sector Eléctrico de El Salvador”.

Eficiencia Energética

La eficiencia energética es la capacidad para usar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos. Es una estrategia que consiste en seleccionar equipos o instalaciones que consumen menos energía y producen iguales o mejores resultados. 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, y vuelve más competitivos y rentables a la industria, el comercio y contribuye a la reducción de gastos en el sector público.

En la actualidad, muchos autores que publican la forma 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. Entre algunos conceptos que se han tomado de publicaciones de diversos autores se tiene a continuación las siguientes:

“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”

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

“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 Udala
Ayuntamiento 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 período 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.

También podemos definir a la eficiencia energética como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso.

$$EE = \frac{\text{Energía Usada}}{\text{Energía Requerida}}$$

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, esto, hablando sobre si una edificación o cualquier otro proyecto a realizarse aún no se ha llevado a cabo en cuanto a su construcción; de lo contrario sirve para poder evaluar si dicha edificación es eficientemente energética.

Importancia de la Eficiencia Energética desde el punto de vista del parque de generación

El cambio de modelo energético es una necesidad, una opción irrenunciable que ha de dirigirse hacia la diversificación de las fuentes de energía, con un mayor aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro energético.

El parque de generación del país ha tenido un crecimiento durante los últimos 15 años, con un enfoque en las energías renovables, sobre todo un crecimiento en la biomasa, hidroeléctrica y energías renovables no convencionales en mercado mayorista y generación distribuida. El crecimiento de la capacidad instalada ha sido suficiente para cubrir la demanda de potencia y energía de los últimos años, sin generar problemas de abastecimiento nacional.

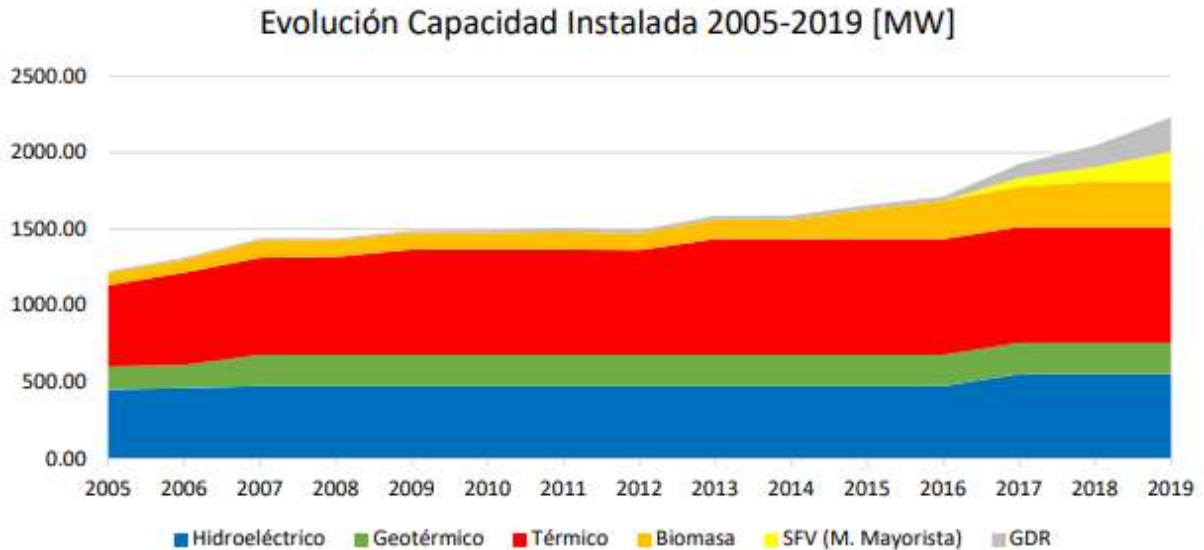


Gráfico 1.1. Evolución de la capacidad instalada en El Salvador a través de los años según el crecimiento de la demanda de energía eléctrica.

Fuente: Consejo Nacional de Energía-CNE

El parque generador base corresponde al que se encuentra instalado a diciembre 2019, y está compuesto por una matriz que contiene varios recursos, entre ellos la hidroeléctrica, geotérmica, térmica a base de Fuel Oil y Diésel, biomasa y finalmente las Energías Renovables no Convencionales, esencialmente la solar fotovoltaica tanto en mercado mayorista como la generación distribuida, las cuales se estructuran de la siguiente manera:

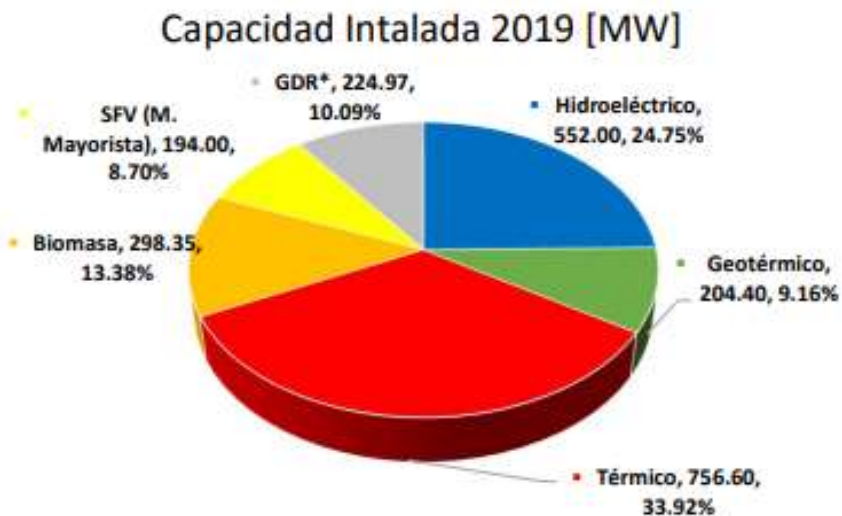


Gráfico 1.2. Porcentaje de la capacidad instalada según la forma de generación de electricidad.

Fuente: Consejo Nacional de Energía-CNE

El incremento de la exigencia social, el desarrollo de la tecnología y los costos más bajos de instalación y rápida amortización, están impulsando un mayor uso de las fuentes de energía de origen renovable en los últimos años. En este modelo de desarrollo sostenible, las energías de origen renovable, son consideradas como fuentes de energía inagotables, y con la peculiaridad de ser energías limpias, con las siguientes características: suponen un nulo o escaso impacto ambiental, su utilización no tiene riesgos potenciales añadidos, indirectamente suponen un enriquecimiento de los recursos naturales y son una alternativa a las fuentes de energía convencionales, pudiendo sustituirlas paulatinamente.

A través de la EE y la entrada de un nuevo modelo energético, se pueden disminuir los gastos, pero manteniendo los mismos servicios energéticos y sin que por ello se vea afectada nuestra calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. Por tanto, la EE se constituye como una prioridad de política energética por su contribución a afrontar los retos de la seguridad energética, el cambio climático y la mejora de la competitividad de la economía a nivel nacional.

Los beneficios que trae consigo la práctica de la EE en la totalidad de una nación, son los siguientes:

- **Reduce impactos negativos ambientales.** Se mitiga las emisiones de gases de efecto invernadero hacia el aire, mejorando la calidad de aire.
- **Aumenta la eficiencia productiva de las empresas.** Promueve el desarrollo económico con la generación de empleo y uso de tecnologías eficientes para empresas en los distintos sectores de producción.
- **Tras el uso de energía renovables y el fomento de la EE, minimiza la dependencia de utilización de combustible fósil para los diferentes sectores de desarrollo económico y tecnológico.** También disminuye los riesgos de racionamientos de energía eléctrica por la independencia de los usuarios de consumo directo de energía conectados a la red.
- **La tecnología de eficiencia energética promueve el desarrollo industrial al mejorar su competitividad.** La utilización de nuevos sistemas de generación de energía sostenible y equipos eficientes para sectores industriales pueden mejorar la productividad y la economía de empresas que ejercen la EE, el transporte y otros sectores para el desarrollo económico deben de unirse para habituarse hacia el nuevo modelo energético.

A nivel de empresa, los beneficios al ejercer la EE son:

- Mejoras en la calidad del entorno local.
- Liberación de fondos para otros fines, tales como inversiones en infraestructura.

- Reducción de costos debido al consumo energético.
- Efectos positivos para el empleo, mediante la creación de nuevas oportunidades para empresas y mediante los efectos multiplicadores de emplear en otras funciones el dinero que se ahorró en la energía.
- Mejoras en la fiabilidad de los sistemas y seguridad energética.
- Ahorros importantes en las inversiones relativas a la energía, ya que la eficiencia es menos costosa que los suministros nuevos.
- Aumento del acceso a los servicios energéticos.

La importancia de mantener una EE radica tanto en las personas y las organizaciones que son consumidores directos de la energía; quienes pueden desear ahorrar energía para reducir costos energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental.

Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio ya que las preocupaciones actuales están en el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica.

Debe de apostarse a otras alternativas viables de generación de energía como las energías renovables. El uso de energías renovables (sol, viento y agua) enlazados al ahorro y la EE, son alternativas viables y sostenibles que pueden frenar el cambio climático y hacer frente al crecimiento de la demanda energética del país.

Respecto a las fósiles, las energías renovables tienen indudables ventajas. No contaminan, disminuyen la dependencia energética del exterior, generan más empleo y el hecho de que su producción esté cerca de los centros de consumo evita las grandes infraestructuras dedicadas al transporte de energía.

Eficiencia Energética en Edificios

Anteriormente, se estableció el concepto de la EE. En esta sección se explicarán factores que influyen en la operación energética de las edificaciones desde la etapa de diseño de la infraestructura hasta la operación y/o factores de aquellos edificios ya existentes.

Para que las edificaciones trabajen eficientemente, debemos de entender cómo funciona un edificio, para ello, se deben de comprender aquellos 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

Cualquier tipo de energía (entiéndase a la energía del tipo eléctrico y combustible) que ingresa al edificio, es utilizada de acuerdo a la aplicación que se requiera internamente en la infraestructura. Es decir, si se considera un edificio del tipo administrativo, la electricidad, por ejemplo, se utiliza para la iluminación, para los equipos eléctricos de oficina, para los equipos de aire acondicionado, etc.; el combustible se utiliza para el transporte o planta de emergencia. En algunos países la energía proveniente del sol es aprovechada para la climatización e iluminación.

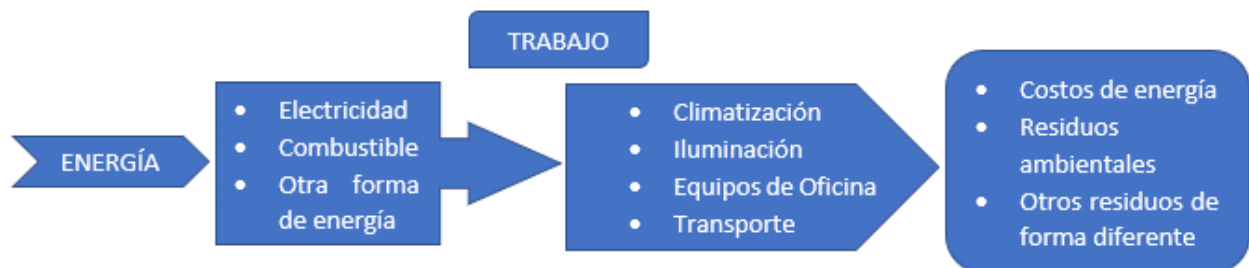
La utilización de equipos eléctricos y la carga térmica de los usuarios incrementan la temperatura interna de la infraestructura, esto da partida a soluciones de climatizar la infraestructura, implementado los distintos tipos de tecnología que existen en la actualidad. Estas tecnologías suelen ser la utilización de elementos para la aislación térmica del edificio, instalación de equipos de aire acondicionado, utilización de los elementos naturales, etc. Sin embargo, el empleo de la energía genera costos y residuos (ver figura 1), que, sin una buena administración del manejo de estas, estos remanentes se elevan en gran medida que la repercusión cae sobre la base económica que sostiene el funcionamiento del edificio y, sobre todo, de algunos residuos que repercuten en el medio ambiente.

Un edificio puede durar de 50 a 100 años o más. Por lo tanto, es sumamente rentable (y no muy caro) incorporar una tecnología energética eficiente desde el principio, aplicando las normas, reglamentos y tecnologías relativas a la EE.

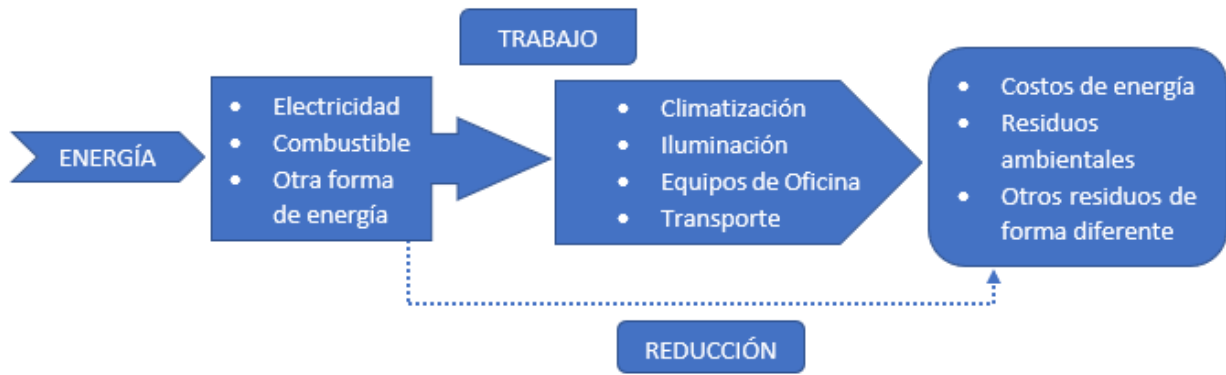
El valor a largo plazo de un edificio depende de 3 factores:

- a) la capacidad de satisfacer las necesidades de los usuarios;
- b) de condiciones medioambientales variables;
- c) evolución de las expectativas sobre calidad del proyecto.

Por lo tanto, los edificios bien ventilados e iluminados, que tengan un consumo mínimo de energía y que resulten atractivos a los consumidores constituirán una inversión más sólida y duradera. Como consecuencia, la prolongación de la vida útil del edificio ya construido y la conservación de su valor como inversión a largo plazo van a depender de una serie de intervenciones de rehabilitación destinadas a mejorar la construcción en función de los factores enumerados.



a)



b)

Figura 1.1. El uso de la EE puede reducir índices económicos, sociales y energéticos en las edificaciones. a) Representa la no aplicación de EE. b) Representa la práctica de EE mediante el cual se obtendría beneficios en cuanto a reducción.

Condiciones Generales de Diseño, Construcción y Climatización en edificios

La EE debe de comenzar desde la realización de los planos arquitectónicos de la infraestructura, tal como se muestra en la figura 1. En este punto todo profesional en diseño arquitectónico debe de considerarse aspectos tales como:

- Trayectoria y proyecciones del sol.
- Orientación del edificio.
- La captación y protección solar sobre la envolvente.
- Consideración de aislación térmica de la envolvente.
- Adoptar las iniciativas de arquitectura bioclimáticas.
- Etc.

Una vez terminado el diseño arquitectónico se continúa con la parte de diseño eléctrico, en esta etapa, lo significativo a considerar en la EE es el diseño de iluminación. El profesional eléctrico (ingeniero, técnico, etc.) junto con profesionales en arquitectura, deben de concertar con la mejor iluminación considerando la luz natural. El ingeniero electricista debe de diseñar la iluminación correcta de acuerdo a la aplicación y/o utilización que será asignada a cada área del edificio, donde debe de considerar los equipos necesarios y eficientes, mientras que el arquitecto debe de evaluar condiciones de penetración de luz natural considerando los adecuados materiales de acristalamiento.

La siguiente etapa corresponde a los lineamientos de selección de materiales a utilizar en la obra civil, los profesionales en construcción (Ingenieros Civiles, maestros de obra, etc.), que también deben de coordinarse con los arquitectos y profesionales mecánicos, tienen que evaluar que materiales deben utilizarse considerando las propiedades físicas de estos. Es decir, valorar los elementos como ladrillos, cemento, tipo de material de las ventanas y

puertas, etc., estudiando sus propiedades como conductividad térmica y eléctrica, densidad del material, absorción térmica, solar y visible, etc.

Esto conlleva a evaluar tecnologías de aislamiento térmico de la envolvente del edificio, tanto para las paredes como para las ventanas interiores y exteriores, entre otras configuraciones sobre la estructura del edificio. Las figuras 3 y 4 muestran ejemplos de una tecnología para cada caso (pared y ventana), de entre numerosas tecnologías de aislación térmica que existen.

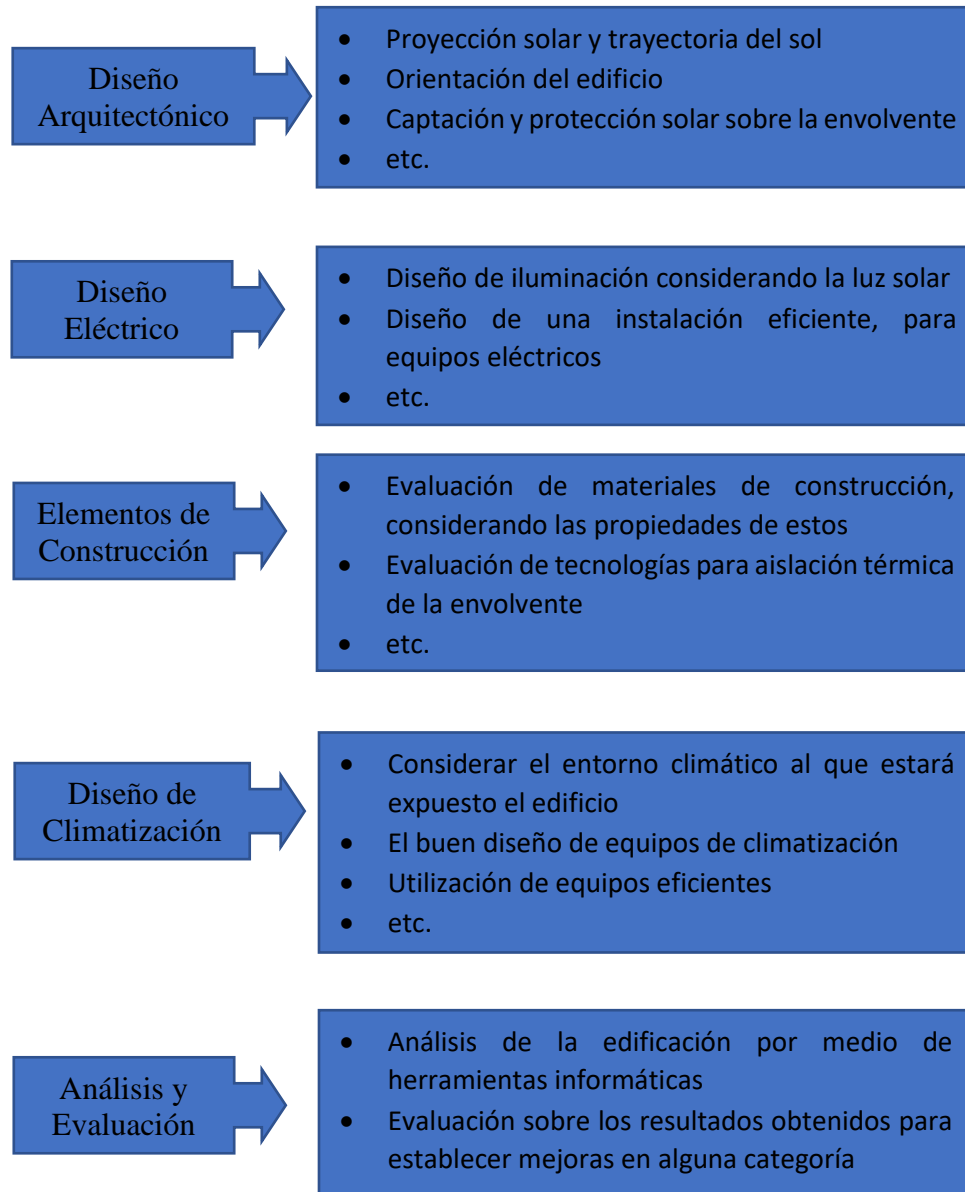


Figura 1.2. Proceso de análisis y evaluación de EE en diseño de edificaciones, también es válida para otro tipo de construcción.

Consisten en un panel aislante prefabricado adherido al muro cuya fijación habitual es con adhesivo y fijación mecánica.

El aislante se protege con un revestimiento constituido por una o varias capas de morteros, una de las cuales lleva una malla como refuerzo.

El revestimiento se aplica directamente al panel aislante, sin intersticios de aire ni capa discontinua.

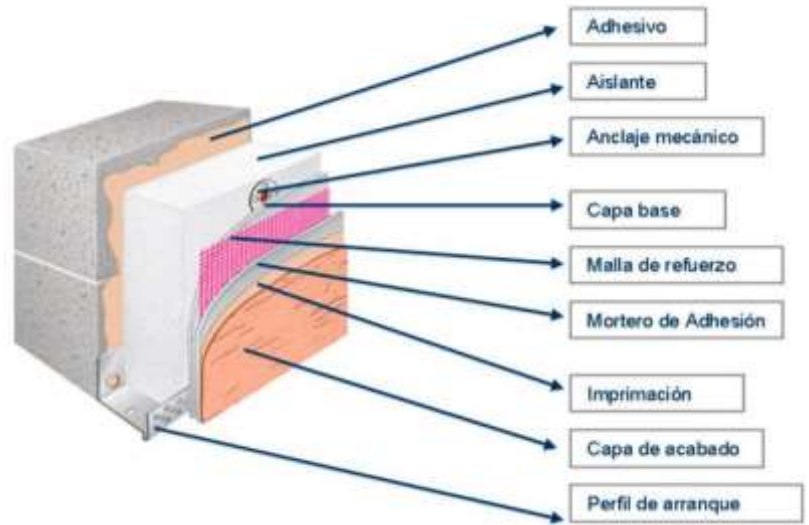


Figura 1.3. Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (ETICS).



Figura 1.4. Sistema de Doble Vidriado Hermético (DVH).

Entre las ventajas que proporcionan estos sistemas son la de reducir ruido, controlar y regular el paso de la luz, protege tanto del frío como del calor regulando su entrada y/o pérdidas, reduce las emisiones contaminantes de CO₂, proporciona un importante ahorro económico en consumos de energía (calefacción y/o aire acondicionado).

Posteriormente sigue el diseño de equipos de aire acondicionado para climatizar las áreas que serán ocupadas en el edificio. Esta etapa es una de las más importantes dados los porcentajes significativos de consumo de energía que producen, los profesionales en instalación de equipos de aire acondicionado, deben de considerar factores como:

- Ambiente externo de la infraestructura.
- Ocupantes del área a climatizar.

- Equipos eléctricos e inmuebles de oficina que estarán en el área.
- Ocupar equipos de aire acondicionado que sean eficientemente energéticos.
- Emplear la infiltración y ventilación de aire.
- Etc.

El dimensionamiento de los equipos de climatización es una tarea meticulosa con respecto a todos los elementos que se deben de tomar en cuenta, muchas empresas dedicadas a la instalación de equipos de aire acondicionado, generalmente no prestan atención a las metodologías de dimensionamiento de estos equipos, profesionales en estas áreas se dan a la tarea de usar métodos empíricos con la finalidad de conseguir el beneficio propio económico. Por ello se debe persuadir a las empresas y/o profesionales dedicados a la instalación de equipos de climatización, que adopten las herramientas adecuadas para el buen dimensionamiento de estos equipos.

La última etapa constituye la evaluación y análisis del modelo arquitectónico del edificio (hasta este momento no se ha iniciado el proceso de construcción del edificio), en este punto todos los profesionales deben de integrarse para evaluar el diseño del edificio mediante instrumentos informáticos de análisis energéticos. Los resultados del análisis determinarán el comportamiento energético del edificio, sin embargo, estos resultados previos a la operación del edificio son parciales, es decir, puede ser que cuando el edificio entre a operar, no se tenga los resultados esperados de eficiencia energética, debido a muchas razones que puede variar dependiendo del responsable de la infraestructura. Esta incertidumbre, permite que los análisis de los diseños de pre-construcción sean más rigurosos creando un ciclo del proceso de diseño y evaluación de eficiencia energética hasta obtener el mejor diseño del edificio valorando las diferentes opciones de tecnologías que permitan lograr una buena eficiencia energética.

Por último, se inicia la etapa de construcción, y una vez terminada esta fase, sigue la etapa de operación según la finalidad con la que se construyó el edificio, en el periodo de vida útil del edificio es donde se registrarán los verdaderos resultados de la práctica de la eficiencia energética, sin embargo, dependerá de las exigencias de parte del responsable del edificio acatar las recomendaciones para la aplicación de eficiencia energética.

Así que todos los profesionales involucrados en el proceso de diseño y evaluación de la eficiencia energética que se mostró en la figura 1, tienen como objetivos integrar aspectos esenciales del uso eficiente de la energía que permiten a los usuarios de las edificaciones tener confort, calidad laboral, calidad productiva (económica y tecnológica) de la empresa, etc., para orientar a que se logre la máxima eficiencia energética de los edificios. Algunas pautas que esta integración de profesionales debe de respetar para el diseño y construcción de edificios son:

- Diseñar el edificio de tal modo que consuma la menor energía posible durante su vida útil (diseño bioclimático, correcta ventilación e iluminación natural, facilidad de acceso, reducción de recorridos, fácil intercomunicación entre personas, etc.)
- Utilizar tecnologías de alta eficiencia energética, sobre todo para equipos de aire acondicionado y de oficinas. Los edificios para uso hospitalarios deben de explotar condiciones energéticas en sus equipos médicos.
- Diseñar el edificio de tal modo que se utilice la menor energía posible durante su construcción, utilizando materiales que se hayan fabricado con el menor gasto energético posible; buscando la mayor eficacia durante el proceso constructivo; evitando al máximo el transporte de personal y de materiales; estableciendo estrategias de prefabricación e industrialización.

Bajo esta mirada es esencial comprender que el uso eficiente de la energía en los edificios es donde debe considerarse desde las primeras etapas de diseño. De este modo, es muy importante que el diseño arquitectónico busque acercarse lo más posible al confort de los usuarios, haciendo mínima la necesidad de gastar energía para alcanzar condiciones ambientales adecuadas para la actividad humana.

Auditorías Energéticas en Edificios Existentes

La realización de Auditorías Energéticas 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 anteriormente de la figura 1, 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 Eficiencia Energética 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.

Debido a la clasificación existente de edificios, una metodología no puede ser aplicada a dos edificios que presenten diferente operación, por ejemplo, para un edificio del tipo administrativo se le aplica cierta metodología para un estudio energético, la cual no puede

ser utilizada para realizar una auditoría energética a un edificio del tipo hospitalario; este último requiere de una metodología más estricta y rigurosa que abarque las normas y reglamentos respectivos sobre el diseño y construcción de hospitales, y la adquisición de equipos médicos, sin mencionar otros factores.

Otros países están integrando en sus entidades superiores reglamentos, leyes, políticas, etc. que inserten e integren planes estratégicos, para la gestión del uso racional de la energía, es decir, instituciones, organizaciones, empresas, etc. tienen en proyecto la gestión de energía por medio de metodologías que están siendo impulsadas para ejercerle Eficiencia Energética en los distintos tipos de edificios según su uso, así tenemos, por ejemplo, que el Estado de España, la cual por medio de El Reglamento de Instituciones Térmicas en los Edificios (RITE) junto con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y el Ministerio de Vivienda de España elaboró El Real Decreto donde establecen las mayores exigencias en Eficiencia Energética, de las cuales se mencionan a continuación:

- Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial energía solar y biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes y desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

Así que, la cooperación internacional debe ser un elemento complementario sin que se sustituya el compromiso propio del Estado y la sociedad, queda en manos de las entidades superiores de El Salvador acreditar normativas y exhortarlas al sector de interés, para que se ejerza al menos las condiciones mínimas de la Eficiencia Energética, no solamente en edificios existentes, sino también en edificios que están en fase de diseño.

Eficiencia Energética en Edificios Públicos

La optimización energética de los recursos en los edificios de propiedad pública debe desempeñar un papel ejemplar y ser una inspiración para todos los ciudadanos. La Eficiencia Energética 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 Salvadoreño ha dado pasos esenciales sobre la creación de proyectos con el fin de determinar políticas energéticas que permitan la elaboración e inserción de estrategias para la administración de la energía en el sector público. Por ejemplo, el 30 de Agosto del 2007 la Asamblea Legislativa de El Salvador emitió el decreto legislativo N° 404, concerniente a la Ley de Creación del Consejo Nacional de Energía (CNE), cuya finalidad de este Consejo, es el establecimiento de políticas estratégicas que promuevan el desarrollo eficiente del sector energético, garantizando a los ciudadanos la prestación de servicios esenciales a la comunidad, así como incentivar al buen uso y consumo racional de las fuentes energéticas. Con el comienzo de este Consejo, y con el apoyo de algunas instituciones gubernamentales, como El Ministerio del Medio Ambiente (MARN), El Ministerio de Educación (MINED), El Ministerio de Economía (MINEC), entre otras, se crearon los Comités de Eficiencia Energética del Sector Público (COEES), con el propósito de generar una cultura de uso racional y eficiente de los recursos energéticos a nivel del sector público. Actualmente, se ha impulsado el proyecto de Eficiencia Energética en Edificios Públicos (EEPB, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo de este proyecto es introducir la Eficiencia Energética en los edificios públicos nuevos y existentes mediante la creación de un entorno normativo propicio en el aumento de concienciación de los usuarios, el desarrollo de criterios y estándares de desempeño y la implementación de un piloto de Eficiencia Energética en determinadas entidades públicas.

A pesar de los esfuerzos que está realizando el Estado, existen todavía barreras, tanto administrativas, como técnicas y financieras, entre otras, en cuanto a la ausencia de profesionales en estudios energéticos y que generan densidad asociativa para fortalecer los comités y/o emprender varios comités destinados a una sólida implementación de Eficiencia Energética dirigidas al sector público, la tabla 1 presenta algunas barreras para la puesta en ejecución de Eficiencia Energética. Incluso debido a que El Salvador carece de ciertas regulaciones sobre inventarios de edificios, suele encontrarse barreras provenientes de la estructura interna de la empresa que impida ejercer la Eficiencia Energética, tales como:

- No contener un registro de la totalidad de la edificación en cuanto a los materiales de construcción, equipos de oficinas, equipos de aire acondicionado, tarifa de consumo eléctrico y combustible, etc.
- Falta de colaboración por parte de los usuarios para recolectar información sobre la utilidad de la edificación entorno a la iluminación, manejo de los equipos de aire acondicionado, usos de los equipos de oficinas y otros, e inclusive la falta de información de algún plan de mantenimiento que se le otorga a estos bienes.
- Falta de conocimiento de las tecnologías en equipos disponibles, tanto en equipos como en los elementos y procesos que se utiliza para las condiciones de aislación térmica.

- Altos costos de las tecnologías y los procesos escritos en el apartado anterior, incluso se puede adjuntar los costos de la tecnología utilizada para el estudio, como cámaras termográficas, PCs portátiles, etc.

Las herramientas para el estudio de eficiencia energética están al alcance, simplemente hace falta la participación de personal y exploración de este beneficio bajo normativas y políticas que fecunden la gestión energética. Los edificios públicos guardan un enorme potencial de ahorro de energía, que hasta hace poco en El Salvador se exploró lo beneficioso que sería la explotación de esta utilidad.

A pesar de las barreras existentes sobre una sólida implementación de la eficiencia energética, algunas instituciones y empresas como Ministerio de Economía, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Defensoría del Consumidor, DIGESTYC, CRINA, FOREMOST, ENDISA, HOTEL SIESTA, MOBILIA, Industrias LAFORD, Exacto Communications, están haciendo el esfuerzo por concebir la gestión energética con estudios ligados a instituciones públicas en forma de proyectos pilotos para que otras instituciones y/o empresas públicas hagan réplicas de estos planes al observar los resultados posteriores de estos estudios.

Barreras Administrativas	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de la inversión inicial • Ausencia de una plataforma de política • Falta de normalización y etiquetados de equipos • Limitada institucionalidad del sector eléctrico hacia el uso final de la energía • Falta de incentivos fiscales
Barreras Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Poco conocimiento de tecnologías eficientes y buenas prácticas asociadas a eficiencia energética • Poca confiabilidad hacia los especialistas en eficiencia energética • Altos costos de transacción en las MYPYMES • Ausencia de programas de capacitación de eficiencia energética • La falta de normas y códigos de eficiencia energética para el diseño y construcción de edificios • Deficiencias en el currículo de las carreras relacionadas directamente con la construcción • Desconocimiento de herramientas de simulación por parte de los profesionales de las ingenierías y arquitecturas

Barreras Financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiencia de la banca comercial en estructuración financiera de inversiones en eficiencia energética • Normativa bancaria poco favorable a las inversiones nuevas en equipos eficientes • Mayores costos iniciales con respecto a las tecnologías convencionales • Limitada oferta y demanda de equipos y servicio
---------------------------------	--

Tabla 1.1. Diferentes tipos de barreras para la puesta en ejecución de Eficiencia Energética.

Metodología Básica para Auditoría Energética

Las auditorías son un proceso sistemático mediante el que se obtiene un conocimiento suficiente 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 5 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 realiza una primera vista a la instalación como toma de contacto, recabando información sobre los equipos, métodos de trabajo, protocolos de actuación, datos de tarificación y consumos energéticos (eléctricos, combustibles fósiles, energías alternativas). El objetivo de esta etapa es 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 “in situ” y entrevistas con el personal.

Paso 2. Toma de datos. Los períodos de toma de datos varían notablemente dependiendo del tipo de empresa, oscilando desde días hasta meses en función del número de equipos a auditar, tipos de instalaciones, dimensiones, etc. En cualquier caso, deben ser suficientes para que los datos sean representativos. Es importante durante esta etapa contar con la colaboración del personal de la empresa, especialmente con el encargado de mantenimiento y el jefe de planta.

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, como sustitución de equipos, nuevos protocolos de actuación, etc. Además de la viabilidad técnica, debe analizarse la viabilidad económica, determinando inversiones, beneficios, costes y períodos de recuperación.

Paso 4. Implantación y seguimiento. Una vez adoptadas las medidas propuestas, debe realizarse un seguimiento para comprobar que se están ejecutando correctamente y confirmar las mejoras y los ahorros consiguientes.

A pesar de la consistencia de la metodología de estudio energético representada por el diagrama de bloques de la figura 5, no se muestran ciertos procesos que son determinantes a la hora de implementarla en casos reales de edificios diversos según su operación, a causa de esta diversificación de edificaciones es necesaria la confección de una metodología más precisa para su ejecución en la que se deben integrar elementos esenciales que apoyan el estudio, por lo que, en la sección siguiente se desglosa este tipo de metodología para que pueda ser aplicada en los diversos edificios según su utilidad para la que se construyó.

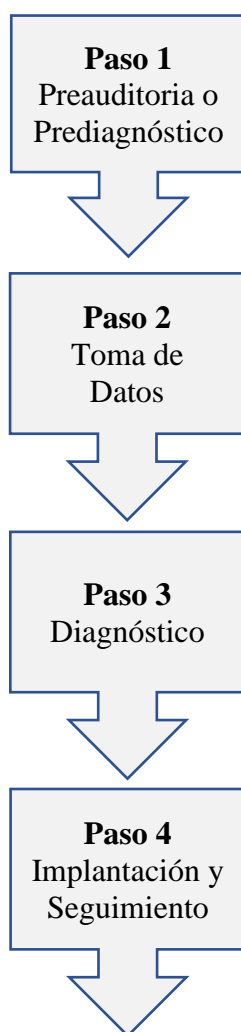


Figura 1.5. Diagrama de bloque que representa la metodología básica de estudio de Eficiencia Energética. Estas etapas son típicas para cualquier metodología.

Metodología General de Estudio de Eficiencia Energética

Anteriormente, se mencionó sobre la incapacidad de ejecutar la metodología expuesta en los diversos edificios, en esta sección se expande a una metodología más detallada que involucra criterios más rigurosos para un estudio de eficiencia energética. Se sabe que en una ciudad existe diversidad de edificaciones que se le atribuyen diferentes usos, tales

como centros de estudio, oficinas administrativas, hospitales, etc. de ahí surgen las diversas metodologías para los distintos tipos de edificios según la utilidad por la que se construyó.

Entonces, dado que una metodología aplicable a hospitales (son casos especiales de estudio de eficiencia energética), esta no se puede aplicar a un edificio dedicado a oficinas o a otro tipo, los dos presentan usos distintos y equipo eléctrico diferente. No obstante, todas las metodologías disponibles para estudios de eficiencia energética tienen características similares que pueden integrarse 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. En la figura 6 tenemos un nuevo modelo de metodología para eficiencia energética, se puede ver que este diagrama es más preciso en sus etapas, ya que desglosan elementos más expresivos.

Línea Base

Es la especificación de las condiciones actuales o iniciales de los edificios ya construidos que se encuentran en operación. Es importante porque es el punto de partida de la operación real del edificio en donde se observarán las oportunidades de ahorro energético y sobre los cuales se comparan los resultados de la aplicación de medidas de ahorro que lleguen a implementarse, las primeras tres etapas del diagrama presentados en la figura 6 comprende la Línea Base.

Identificación del Edificio

Esta etapa es imprescindible para cualquier tipo de edificación, hay casos en los que instituciones, organizaciones, empresas, etc. tienen en operación varios edificios, como es el caso de INSAFORP, en donde se analizan dos edificios que se encuentran en el mismo terreno (un edificio para el parqueo y presidencia y otro edificio para las oficinas administrativas), cuya distribución eléctrica está liderada por dos medidores eléctricos, por tal razón debe de auditarse las facturas eléctricas atribuidas a cada medidor (para este análisis se solicitaron las facturas eléctricas desde el año 2018). Debido a esto se suele cambiar el sentido de la metodología, de ahí la colocación de la flecha en el diagrama de la figura 6. Así que, primero se debe de hacer un análisis de consumo de energía actual, auditando las facturas eléctricas desde un período significativo (3 años como mínimo establecido por la política energética del CNE), para luego identificar la demanda de consumo energético.

Solicitud de información

En esta parte de la metodología se debe solicitar toda la información crucial para un estudio de eficiencia energética, un ejemplo de la lista de esta información es la que se muestra a continuación:

- Solicitar planos arquitectónicos de todas las vistas posibles del edificio, esta documentación debe incluir planos eléctricos, de distribución de equipos de climatización, etc.
- Solicitar recibos de facturas eléctricas y/o de combustible. Sirve para tener una comprensión del comportamiento al que ha estado sujeto el edificio hasta su actual operación en función de energía y costos. Las facturas deben de solicitarse desde un período considerable de 3 años como mínimo.
- Obtener información de las características constructivas del edificio. Se debe instar sobre los materiales utilizados en la construcción de la envolvente, el material utilizado en las ventanas y puertas, materiales utilizados internamente en el edificio (pisos, paredes, cielo falso, divisiones, etc.). También hacer una investigación de las propiedades físicas de los materiales (conductividad eléctrica, conductividad térmica, coeficiente de reflexión, etc.).
- Obtener información técnica de los equipos de oficinas (PC's, faxes, fotocopiadoras, etc.), incorporar a esta información las características funcionales y ocupacionales de estos equipos.
- Adquirir información de los equipos de climatización, esto es:
 - ✓ Identificación del tipo de equipo de climatización, datos técnicos de unidades condensadores como unidades evaporadoras, dimensiones de los ductos que sirven el aire a las áreas, etc.
 - ✓ Si no se posee planos de distribución de equipos de climatización, solicitar las áreas climatizadas por cada equipo, incorporar la distribución de controles de temperatura, etc.
 - ✓ Reporte de características ocupacionales de los equipos de climatización, es decir, hora de encendido y apagado, temperaturas de termostato, etc.
- Cantidad de personas que hacen uso de las instalaciones. Dado que un edificio contiene diferentes campos de trabajo, sería preciso hacer un conteo de las personas por cada área y mejor aún, si el conteo es por área climatizada.
- Si el estudio lo requiere, solicitar también un registro de datos meteorológicos a instituciones especializadas, de la región donde se encuentra el edificio.

Toda esta información es vital para las siguientes etapas de la metodología, por lo que la falta de alguna información de los ítems anteriores puede o no, a veces traer inconvenientes en el proceso de estudio, como contratiempos, resultados desfavorables, etc.

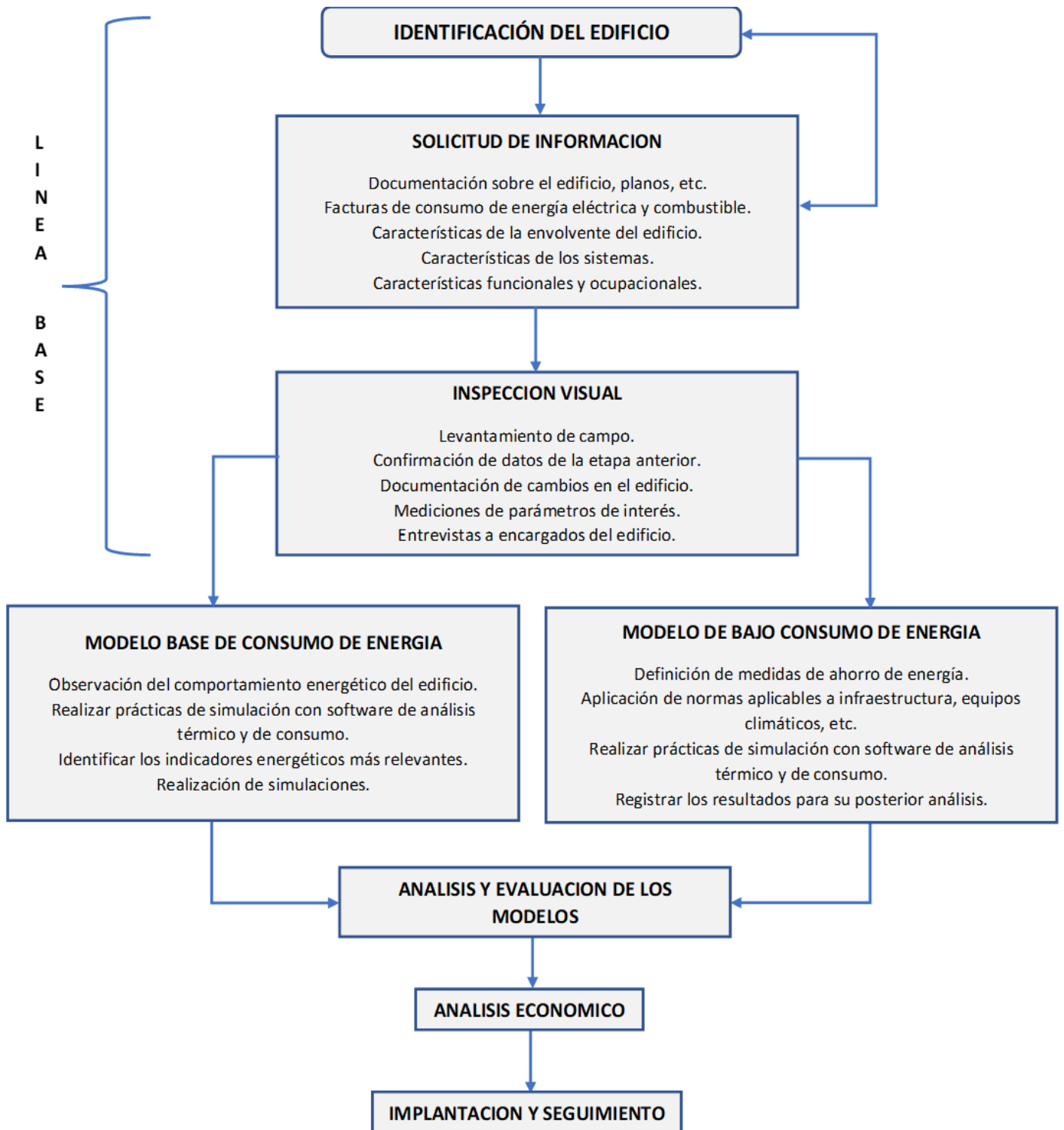


Figura 1.6. Diagrama de bloque que representa una metodología más compuesta y detallada en comparación con la metodología expuesta anteriormente.

Inspección Visual

Cuando ya se haya obtenido toda la información requerida, la siguiente etapa es la de realizar una inspección visual al edificio, en esta etapa se deben recoger datos sobre mediciones de parámetros eléctricos y físicos de interés (eléctricos, temperatura, etc.), catear cambios en las instalaciones que no están registrados en los planos y la corroboración de la información adquirida anteriormente; en resumen, es un levantamiento de campo con la colaboración de los encargados de campo sobre todo de los encargados del mantenimiento o jefe de planta, la colaboración incluye entrevistas a estos sujetos.

Durante la visita al edificio se debe de apreciar las posibles deficiencias que dan hincapié a una operación ineficiente y que conlleva a una elevación del consumo energético. Estas deficiencias serán de gran valor a la hora de definir las medidas de ahorro energético.

Modelo Base de Consumo de Energía

De la información tomada anteriormente, se crea un modelo base que interprete el comportamiento energético actual del edificio, para ello se realizan prácticas simuladas con software de análisis térmico y energético. Si es posible se aplicarán normas y técnicas atribuibles a aspectos técnicos como diseño del edificio, equipos de climatización, sistema eléctrico (sobre todo iluminación), etc.

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 anomalías, es decir, aquellos indicadores que presenten un nivel de consumo no deseable. A estos indicadores se les efectuarán los cambios necesarios de acuerdo a las medidas definidas de ahorro de energía y así crear un modelo de bajo consumo de energía. Los resultados de estas simulaciones se registran para su posterior análisis en la etapa del análisis y evaluación de los modelos.

Modelo de Bajo Consumo de Energía

Incluye medidas de mejoramiento en la operación del edificio, con finalidad de aprovechar el ahorro energético y de mejorar la eficiencia energética. Luego de identificar los indicadores energéticos a evaluar, provenientes del modelo base de consumo de energía y del juicio tomado en la inspección visual de aquellos elementos que requerirán cambios, se elabora una serie de acciones que deben de insertarse en el modelo creado en la etapa anterior.

Estas acciones varían en los diferentes estudios y esto es porque los edificios presentan diferentes operaciones, algunas medidas comúnmente se presentan en eficiencia energética son:

- Remodelación constructiva de algunas zonas del edificio. Por ejemplo, la instalación de cortasoles o persianas metálicas para disminuir la incidencia directa de los rayos solares. En esta práctica se necesitará de la colaboración de profesionales en arquitectura o profesionales civiles.
- Cambio y/o instalación de equipos climáticos eficientes. Debe de considerarse de cambios de aquellos equipos de climatización instalados actualmente a equipos más eficientes, también realizar cálculos precisos para la capacidad de los equipos, aquí va implicar que se utilicen normas sobre la climatización de áreas. La instalación de un control más eficiente que cense personal en el área mejoraría las condiciones de consumo.
- Utilización de tecnología de aislamiento térmico. Aparte de los cambios que se hagan en la fachada del edificio, no está de sobra de la utilización de tecnologías de aislación térmica en la envolvente. Algunas tecnologías de ejemplo pueden ser: aislación exterior de las paredes, ventana de doble vidrio hermético, etc.
- Crear un sistema de iluminación eficiente. Al incorporar reestructuración en la envolvente del edificio, que tenga como objetivo bloquear un porcentaje de la luz natural, se debe realizar un sistema de iluminación considerando la cantidad de luz natural que entra al área. También debe de instalarse un control de encendido y apagado, utilizando por ejemplo sensores.
- Cambio en actitud de ahorro de energía. Esto se logra colocando viñetas en sitios visibles para recordarle al usuario sobre la importancia de un ahorro de energía.

Una vez elegida la lista de acciones para el edificio en estudio, se insertan en el modelo y se realiza prácticas simuladas con software de análisis térmico y energético, luego se registran los datos para el análisis considerado en la siguiente etapa.

Aquí debe de utilizarse las correspondientes normas para aquellas medidas que tengan cambios físicos en el edificio. Por ejemplo, si se requiere volver hacer un cálculo de luminarias considerando la luz natural se debe de utilizar normas que implique diseño de iluminación normas de consideraciones de utilización de luz natural, normas de construcción de edificio, etc.

Análisis y Evaluación de Modelos

De los datos registrados que se obtienen a partir de las simulaciones hechas, se analizan para determinar si se ha cumplido con la finalidad del ahorro de energía, si los datos no son satisfactorios se debe de verificar las etapas que le anteceden a esta para realizar nuevamente los cambios necesarios de manera que se obtengan los resultados esperados.

Para que los resultados de las simulaciones sean válidos, se debe buscar acercarse lo más posible a los datos reales obtenidos de las mediciones hechas en la etapa de Inspección Visual para los parámetros eléctricos y físicos de interés.

Análisis Económico

Cuando los datos ya han sido observados y se ha cumplido la finalidad esperada, se realiza un análisis económico para establecer la viabilidad de la mejora en la eficiencia energética. Dentro de este análisis económico se debe de estudiar lo siguiente:

- Coste de inversión
- Coste de explotación
- Tiempo de amortización
- Impacto ambiental

El técnico evaluador, al final debe de confirmar con reportes al encargado del edificio, sobre los beneficios de la práctica de eficiencia energética en sus instalaciones, queda a criterios de los encargados seguir las recomendaciones dados por dicha persona.

Implementación y Seguimiento

Se debe de imponer las medidas definidas de ahorro energético al edificio, cuyo seguimiento es establecido por el técnico en estudio de eficiencia energética, él evalúa los cumplimientos de las medidas propuestas y corrobora que los resultados reales se asemejan a los resultados del análisis previo, desarrollando reportes continuamente del comportamiento energético del edificio, sobre todo de aquellos indicadores que se eligieron para un cambio.

Los encargados del edificio deben de velar por el cumplimiento de las medidas de ahorro de consumo, pero para ello se requiere de la creación de un comité energético y una política energética en el seno de las autoridades de INSAFORP.

Simulación

Qué es Simulación

Es la representación imitativa del funcionamiento de un sistema o proceso por medio del funcionamiento de otro. Por ejemplo, una simulación por computadora de un proceso industrial.

Qué es simulación térmica de edificios

Es un modelo por computadora de los procesos de energía dentro de un edificio que se destinan a proporcionar un ambiente térmico confortable para los usuarios de un edificio. Algunos ejemplos de programas de simulación térmica de edificios son: ECOTEC, TRNSYS, DOE-2, Design Builder, EnergyPlus etc.

Objetivo de la simulación térmica de edificios

Básicamente es el cálculo de carga térmica y el análisis de energía, estos se utilizan para analizar el desempeño energético del edificio, tomando en cuenta los materiales de

construcción (envolvente), número de personas, uso del edificio y perfiles de funcionamiento de luminarias, equipo eléctrico y sistemas de aire acondicionado.

Por qué es importante la simulación

Los edificios consumen alrededor de un 40% de toda la energía consumida a nivel nacional cada año. Gran parte de esta energía se consume en el mantenimiento de las condiciones térmicas en el interior del edificio y la iluminación, por lo que la simulación puede y ha desempeñado un papel significativo en la reducción del consumo energético de los edificios en los países donde es aplicada la simulación.

Cálculos de carga térmica

Generalmente es usado para determinar el tamaño o dimensionamiento de los equipos tales como aires acondicionados, ventiladores, enfriadores, calderas, etc.

Análisis de energía

Ayuda a evaluar los costos de energía del edificio durante largos períodos de tiempo.

En la tabla 2, se presentan diferentes programas de simulación para el cálculo de carga térmica y análisis de energía, así como sus aplicaciones en el análisis de los edificios.

Programas	Aplicación
ECOTEC	Diseño ambiental, análisis ambiental, diseño conceptual, control solar, sombra, diseño y análisis térmico, cargas de calefacción y enfriamiento, iluminación natural y artificial, análisis del ciclo de vida, costeo del ciclo de vida, horarios de programación, análisis acústico estadístico y geométrico.
TRNSYS	Simulación de energía, cálculo de carga, rendimiento del edificio, investigación, eficiencia energética, energías renovables.
DOE-2	Eficiencia energética, diseño, modificación, investigación, edificios residenciales y comerciales.
DESIGN BUILDER	Simulación de energía en edificios, visualización, emisiones de CO ₂ , protección solar, ventilación natural, iluminación natural, estudios de confort, simulación de aires acondicionados, Open GL interfaz con Energy Plus, archivos meteorológicos, dimensionamiento de equipos de calefacción y enfriamiento.
ENERGY PLUS	Simulación de energía, cálculo de carga, rendimiento del edificio, rendimiento energético, balance de calor, balance de masas.

Tabla 1.2. Aplicación de los programas de carga térmica y análisis de energía.

Cómo ahorrar energía por medio de la simulación

Entre las principales medidas de ahorro por medio de la simulación tenemos que:

- La simulación puede dar lugar a una optimización de la energía del edificio o informar sobre el proceso de diseño.
- La simulación térmica de edificios permite modelar el edificio antes de que se construya o antes de iniciar las renovaciones.
- La simulación es mucho más económica que la construcción del edificio y requiere menos tiempo de ejecución (teniendo en cuenta que cada edificio es diferente).
- La simulación permite diversas alternativas energéticas para ser investigadas y opciones para comparar con otras.

Norma ISO 50001:2011

Antecedentes de la norma ISO 50001

Se desarrolló a petición de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) que había reconocido la necesidad de la industria de un estándar internacional como respuesta eficaz al cambio climático y la proliferación de los estándares nacionales de la Gestión de la energía.

La presentación oficial de la Norma ISO 50001 se realizó el 17 de junio de 2011 en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra (CICG). En El Salvador el 27 de febrero de 2014 el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) difunde la Norma Técnica Salvadoreña: NTS ISO 50001:2011 “Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con Orientación para su Uso” basada en la norma internacional ISO 50001.

Origen de la Norma ISO 50001:2011

La propuesta de la ISO busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesarios para la mejora del desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía.

La ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua en sus procedimientos y procesos. Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de Energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.

La ISO 50001 unifica dos estándares, como son la ISO 14001 e ISO 9001. La primera corresponde al estándar de gestión ambiental. Dicha norma está diseñada para conseguir un equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción de los impactos en el ambiente y, con el apoyo de las organizaciones, es posible alcanzar ambos objetivos.

Por otra parte, la ISO 9001 que determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto o servicio lo brinda una organización pública o empresa privada, cualquiera que sea su tamaño, para su certificación o con fines contractuales. No existía una norma establecida para la correcta gestión de los recursos energéticos e impacto ambiental unificado, razón de la creación de la ISO 50001.

Estructura de la Norma ISO 50001:2011

Esta norma facilita a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y las emisiones de gases de efecto invernadero.

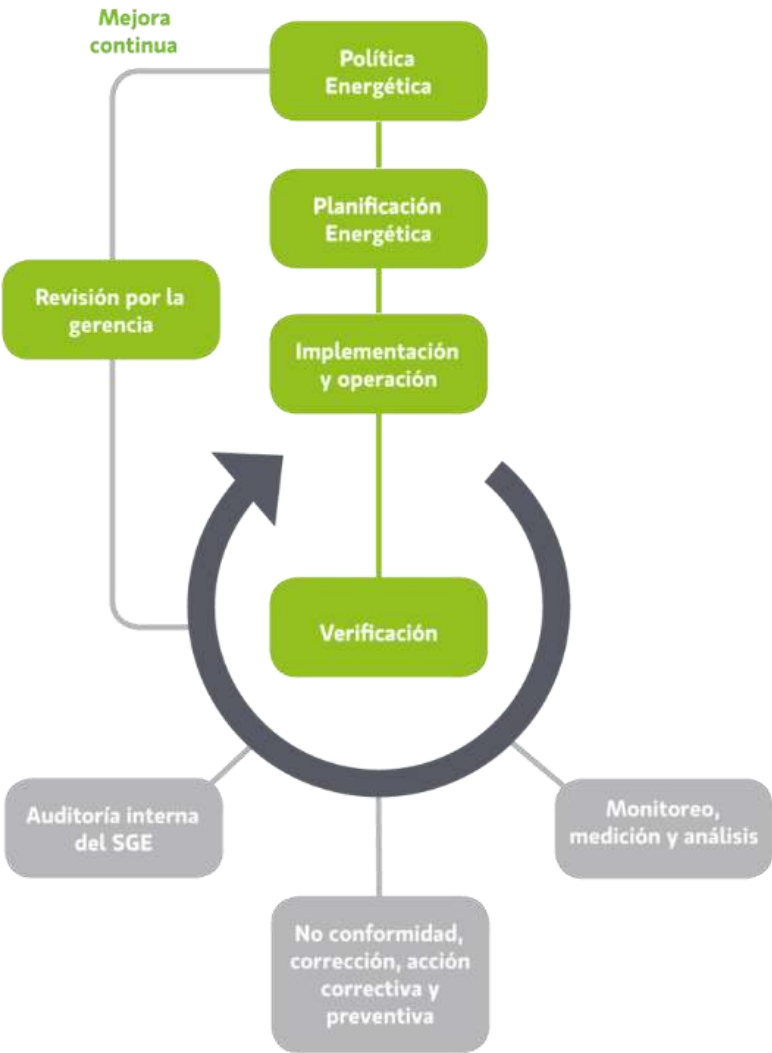


Figura 1.7. Esquema de mejora continua en la ISO 50001.

Su estructura permite su integración con otros sistemas de gestión (Calidad, Medioambiente, Inocuidad de los Alimentos, de Seguridad y Salud Laboral, etc.) ya existentes en la organización.

Al igual que otros estándares ISO, la norma de SGE se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo PDCA (Plan, Do, Check, Act; que en español son iguales a Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).



Figura 1.8. Ciclo de mejora continua.

- a) **Planificar:** Llevar a cabo una revisión energética y establecer la línea base, los indicadores de desempeño (IDEn), los objetivos y los planes de acción necesarios para lograr resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.
- b) **Hacer:** Implementar planes de acción con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.
- c) **Verificar:** Realizar un seguimiento y medición de los procesos en base a los objetivos y políticas energéticas de la organización, así como reportar los resultados.
- d) **Actuar:** Tomar acciones para el mejorar en forma continua el desempeño energético.

Requerimientos de la norma ISO 50001

Clasificación de los requerimientos:

- a) Medulares
- b) Estructurales

Los requerimientos medulares: son los procedimientos necesarios para la observar y mejorar el desempeño energético. Entre ellos están:

- Revisión energética
- Línea base energética
- Indicadores de desempeño energético.
- Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.
- Control operacional.
- Diseño.
- Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.
- Seguimiento, medición y análisis.

Esquema de actividades medulares:



Figura 1.9. Actividades medulares.

Los requerimientos estructurales: son aquellos que aseguran que las personas de la organización estén conscientes del uso eficiente de la energía. Se obtiene de áreas de apoyo como recursos humanos y área de comunicaciones. Entre dichos requerimientos tenemos:

- Comunicación
- Documentación y registro
- Entrenamiento y sensibilización

Beneficios de la norma

- Mejora la gestión de eficiencia energética.
- Incentiva la concientización y cultura de ahorro de energía.
- Establece un ciclo de mejora continua de procedimientos y procesos.
- Unifica norma ISO 9001 e ISO 14001.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO

En este capítulo se abordará la descripción de los programas utilizados y de la creación de la geometría en general del edificio de Insaforp.

Programas a Utilizar

- SketchUp 2019



- OpenStudio Application 1.1.0



- EnergyPlus 9.4



- Design Builder ResultViewer 3.1



Figura 2.1. Programas a Utilizar.

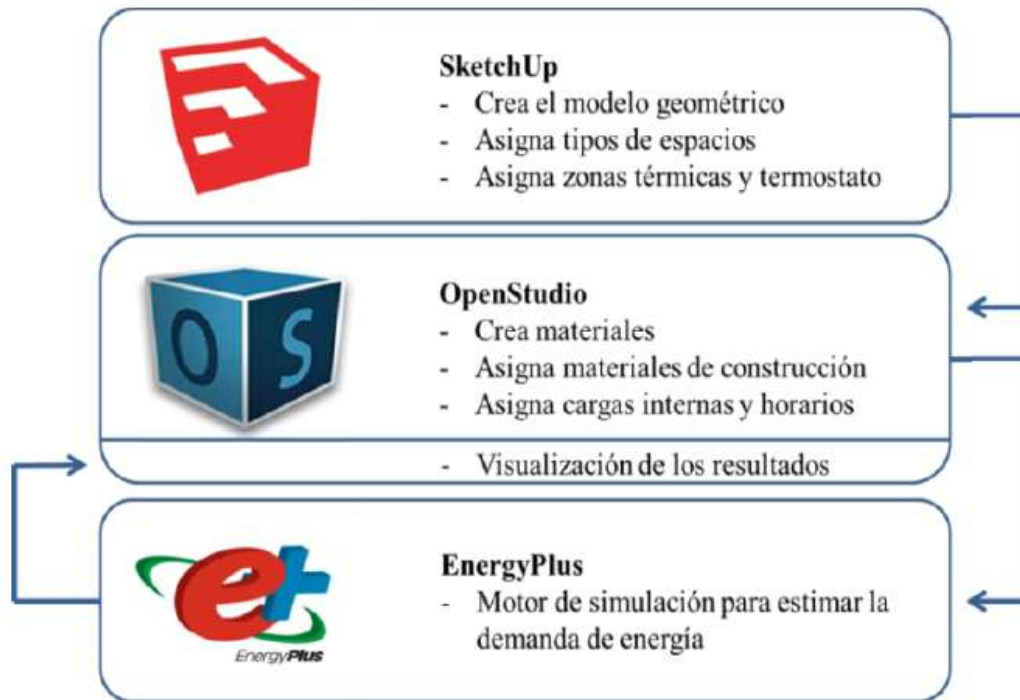


Figura 2.2. Diagrama de Flujo de cómo trabajan los programas a utilizar (tomando en cuenta que Design Builder es un programa extra pero no necesario para visualizar los resultados).

Descarga e Instalación de los Programas

Introducción a SketchUp

SketchUp es un programa de informático de modelado 3D con el objetivo de crear, presentar y modelar en 3D. Esta herramienta es utilizada para conceptualizar volúmenes y formas arquitectónicas de un espacio. SketchUp es propiedad de Trimble Inc, siendo ésta una empresa de cartografía, topografía y equipo de navegación.

Descarga e instalación

Para descargar SketchUp debemos de ingresar a la página oficial, y creamos una cuenta o accedemos con una cuenta existente a Trimble, luego nos dirigimos hacia donde están todas las descargas disponibles (<https://www.sketchup.com/products/all>).

Aquí podemos ver todas las descargas disponibles de los tipos de SketchUp.

Escogemos la que nosotros queramos descargar. Cabe mencionar que, para realizar el levantamiento de las edificaciones, basta con descargar la versión gratis de SketchUp, pues las herramientas que se necesitan para hacer la geometría del edificio, se encuentran todas en esta versión. Pero en nuestro caso la que hemos utilizado es la versión pro de prueba (que es gratuita para 30 días).

Nos dirigimos donde esté disponible para el tipo de procesador de nuestra computadora y le damos en descargar. En este caso se ha descargado la versión de SketchUp Pro 2019 para Windows 64Bit en español.

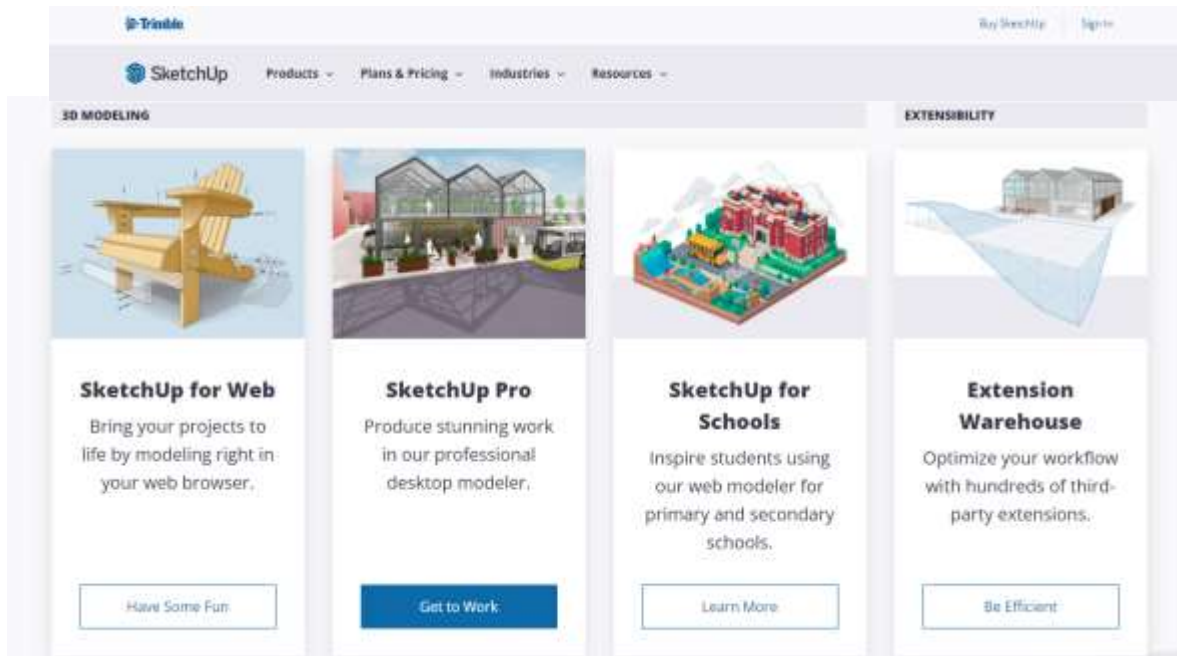


Figura 2.3. Descarga de archivo de versión a Instalar de SketchUp.

Cuando ya se haya descargado el programa lo ejecutamos para que empiece la instalación. Si descargamos la versión gratis, cuando ya se haya instalado el programa solo entramos a él, y ya podremos empezar a trabajar, mientras que, si descargamos la versión pro, cuando ya hayamos instalado el programa, entramos a él y nos pedirá la licencia que previamente el usuario tuvo que adquirir (al ser la versión de prueba, el programa proporciona la licencia durante el mes), introducimos los datos y ya estaría el programa con licencia.

Una vez descargado e instalado el programa, se procede a abrirlo. Inmediatamente aparecerá la siguiente pantalla inicial. En la ventana emergente se mostrarán varias opciones, de entre ellas estará la selección de la plantilla con la que queremos trabajar.

Selección de la Plantilla

SketchUp cuenta con diferentes modelos de plantillas en función de las unidades de longitud que queramos utilizar (Pies, pulgadas, centímetros, metros, etc.).

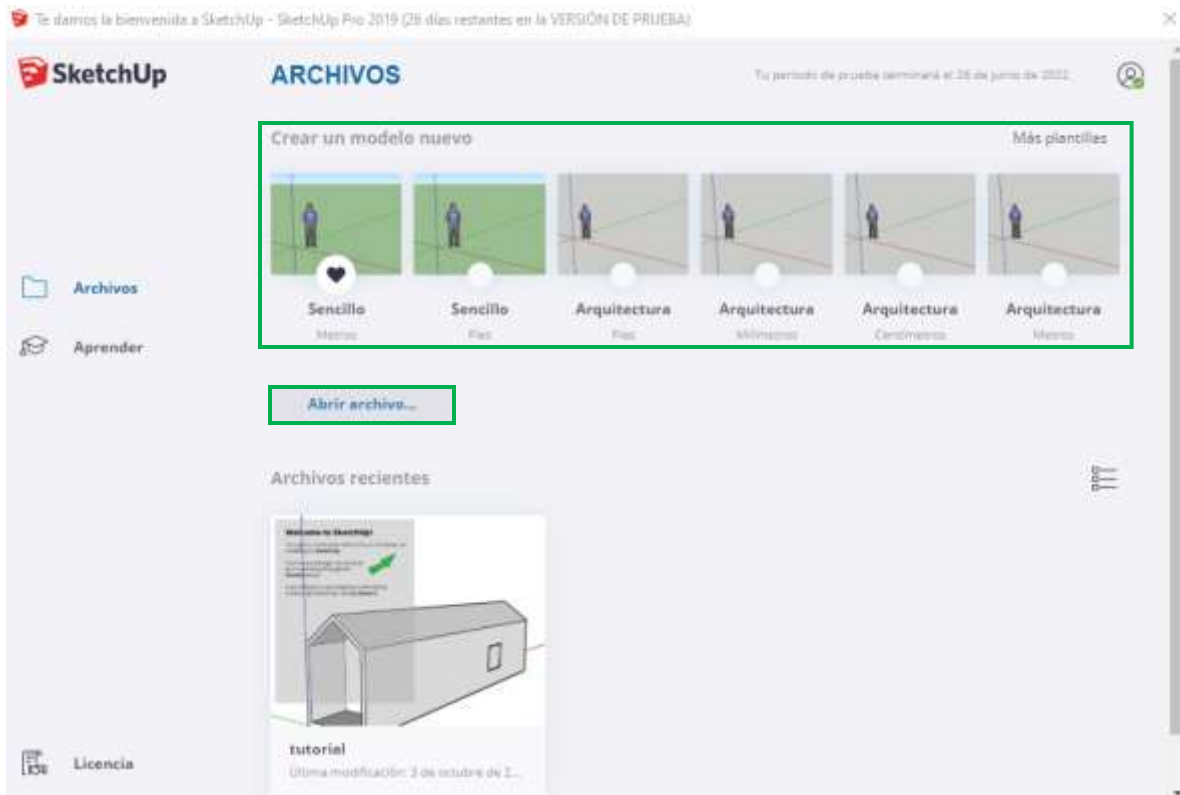


Figura 2.4. Ventana de Selección de Plantilla.

Si se trata de un nuevo archivo de dibujo solamente se selecciona la unidad en la que queremos trabajar y el programa se pone en el modelo con la unidad escogida, y seguido de esto ya se puede comenzar a modelar. De lo contrario, hay que dar en la pestaña “Abrir archivo” para que se nos abra algún archivo existente.

Introducción a OpenStudio

OpenStudio es un conjunto de aplicaciones que permiten modelar edificios y simularlos con EnergyPlus, apto para plataformas como Windows, Mac y Linux. Este permite desarrollar un modelo del edificio a través de un interfaz gráfico, como es en este caso SketchUp. Están desarrolladas por NREL (Laboratorio Nacional de Energías renovables de EEUU) y son accesibles en Código Abierto.

Como se ha dicho anteriormente, OpenStudio es un Plug-in de SketchUp, sirviendo de interfaz entre SketchUp y EnergyPlus. Así pues, mediante este Plug-in se aprovecha la capacidad de generar geometrías en el entorno de SketchUp para definir el modelo térmico del edificio, mediante geometrías y zonificaciones simplificadas. También nos permite configurar otros detalles del modelo como cerramientos, horarios, envolvente del edificio, etc., ya sea directamente en el entorno SketchUp, mediante las herramientas de OpenStudio, o accediendo a OpenStudio Application.

OpenStudio Application: Es un programa independiente que permite seguir trabajando en el modelo que se ha generado en el entorno de SketchUp e incorporar más elementos que configuran el modelo de simulación como: datos climáticos, materiales y cerramientos, acristalamiento, horarios, cargas internas, consignas, ventilación, iluminación, etc., para después generar los resultados y simulaciones apropiados.

Descarga e Instalación

OpenStudio es un Plug-in gratuito, y la instalación de este software se realiza a través de la página oficial (<https://www.openstudio.net/downloads>). Una vez dentro encontraremos en la parte superior la pestaña “Downloads”. En esa pestaña aparece la versión más reciente para ser instalada, pero se pueden descargar versiones anteriores en la pestaña “Releases”.

En la página oficial de OpenStudio podrán encontrar las descargas disponibles y otros documentos y algunos tutoriales sobre este programa. Pero en nuestro caso, preferimos descargar el programa desde la página GitHub (<https://github.com/NREL/OpenStudio/releases/tag/v1.1.0>).

¿Por qué hacerlo desde esta página y no desde la página oficial de OpenStudio?

Pues la razón es porque en esta página está detalladamente todo lo que necesitamos saber acerca de las versiones y su compatibilidad con los otros programas a utilizar; ya que muestra con qué versión de SketchUp, y de EnergyPlus es compatible cada versión que se desee. Para nosotros la versión 1.1.0 de OpenStudio es compatible solamente con SketchUp 2019 y solamente con EnergyPlus 9.4. EnergyPlus 9.4, ya se incluye con el instalador de OpenStudio. Ya no es necesario descargar e instalar EnergyPlus por separado (Pero de igual manera en esta guía se presenta la manera de instalarlo por separado).

Al haber entrado a la página, buscamos la versión 1.1.0 y le damos clic y luego nos va a dirigir hacia toda la información respecto a esa versión, nos vamos hasta abajo y buscamos el archivo de instalación para nuestra computadora.

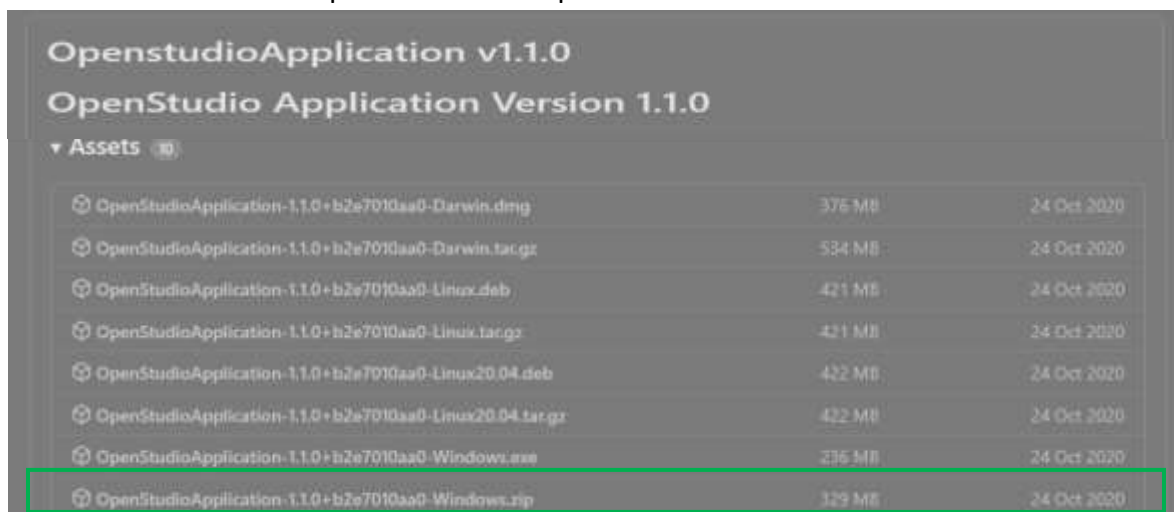


Figura 2.5. Descarga de archivo de versión a Instalar de OpenStudio.

Lo descargamos y cuando termine la descarga lo ejecutamos para que empiece la instalación, ya cuando se haya instalado ya podemos proceder a comenzar con el modelado.

Los programas los descargaremos en orden ya que, para facilidad, SketchUp tiene que instalarse antes de OpenStudio para activar el complemento automáticamente. Pero, si en algún dado caso se instala primero Open Studio antes que SketchUp lo que tendríamos que hacer para activar el complemento sería volver a ejecutar el instalador de OpenStudio.

Abrimos SketchUp y veremos que el Plug-in de OpenStudio ya se encuentra dentro del entorno de trabajo de SketchUp.

Menú y Barra de Herramientas

Como se ha mencionado anteriormente, las herramientas de SketchUp pueden convivir con las de OpenStudio. En este caso, en lo que se refiere a barras de OpenStudio, se puede acceder al OpenStudio Tools o al OpenStudio Rendering Toolbars.

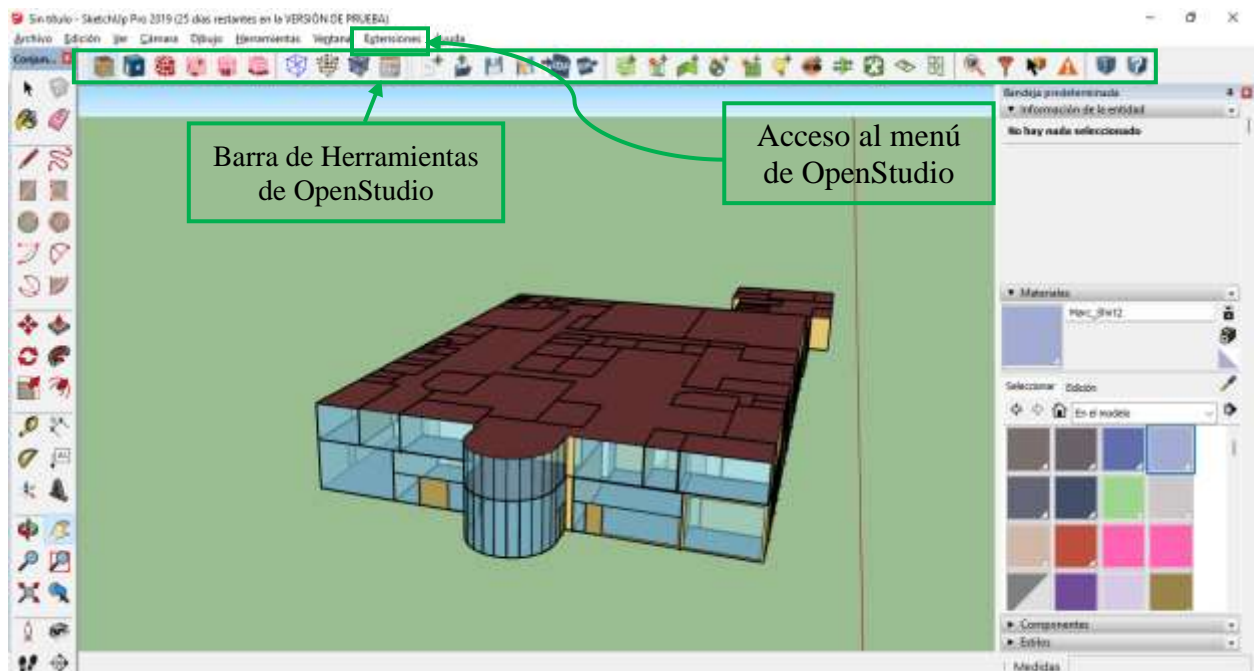


Figura 2.6. Ventana principal de SketchUp con el Plug-in de OpenStudio.

Introducción a EnergyPlus

EnergyPlus es un programa de simulación diseñado para modelar edificios con sus respectivos sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). Este motor de simulación fue diseñado para ser un elemento dentro de un sistema de programas que incluiría una gráfica interfaz de usuario para describir el edificio, como en este caso SketchUp y OpenStudio. Sin embargo, se puede ejecutar independientemente sin tal interfaz.

EnergyPlus está desarrollado por el Departamento de Energía (DOE) del gobierno de EEUU, siendo uno de los programas más reconocidos en el ámbito de la simulación energética. Tiene sus raíces en los programas BLAST y DOE-2. BLAST (Construcción de Análisis de cargas y Termodinámica del Sistema). Es un programa muy utilizado por ingenieros de diseño o arquitectos a nivel internacional que quieran dimensionar equipos con sistemas HVAC, generar simulaciones con las características y datos del edificio, optimizar los rendimientos energéticos, etc., preocupaciones que se generaron a raíz de la crisis energética de los años 70 y se intentó resolver mediante esos dos programas. Así pues, como se ha mencionado, EnergyPlus es un programa utilizado para el análisis energético y la simulación de cargas de un edificio descrito por el usuario, teniendo en cuenta su construcción, los sistemas asociados, etc., este calculará las cargas caloríficas y frigoríficas para mantener las condiciones térmicas definidas por los controles termostáticos, los consumos de los equipos de cada planta, como también otros muchos detalles que son necesarios para verificar que la simulación está actuando como el edificio original.

Algunas características de este programa son:

- Solución integrada y simultánea de las condiciones de la zona térmica y del sistema HVAC.
- Solución basada en el equilibrio térmico de efectos radiantes y convectivos que producen temperaturas superficiales confort térmico y cálculos de condensación.
- Posibilidad de introducir archivos meteorológicos de la zona en la que se encuentra.
- Archivos de texto de entrada, salida y tiempo basados en código ASCII.
- Solución de balances térmicos permite el cálculo simultáneo de efectos radiantes y convectivos, tanto en el interior como en el exterior de una superficie.
- Permite la conducción de calor a través de elementos de construcción como paredes, techos, pisos, etc., utilizando funciones de transferencia de calor.
- Modelo combinado de transferencia de calor y masa que explica el movimiento del aire entre las zonas.
- Modelos de confort térmico basados en actividad, bulbo seco, humedad, etc.
- Sistemas HVAC configurables basados en bucle (convencionales y radiantes) que permiten a los usuarios modelar sistemas típicos.
- Resumen estándar e informes de salida detallados, así como informes definidos por el usuario con resolución de tiempo seleccionable de anual a sub-horario.

Descarga e Instalación

Accedemos a la página oficial de Energy Plus donde podrán encontrar documentación acerca del programa y donde descargaremos el programa. Se debe acceder a la pestaña "Downloads" (<https://energyplus.net/downloads>). En ella aparecerá la versión más reciente lanzada, como también otras versiones anteriores para poder ser descargadas y, en función del sistema operativo del que se disponga (Windows, Linux o Mac), se deberá

escoger la versión que nosotros queramos; en este caso la versión de EnergyPlus que se utiliza es la 9.4.

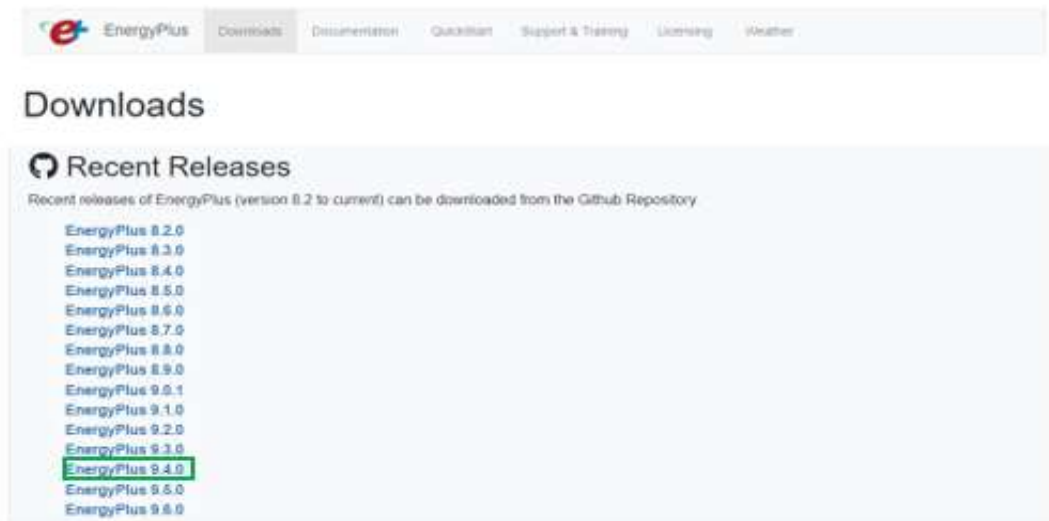


Figura 2.7. Descarga de archivo de versión a Instalar de EnergyPlus.

Le damos clic y esperamos a que se termine de descargar, lo ejecutamos y listo, ya tenemos descargado Energy Plus.

Además de esto, nos regresamos a la página de Energy Plus y nos vamos hacia la pestaña que dice “Weather” y buscamos los datos meteorológicos que necesitemos, en nuestro caso le damos donde dice “North and Central América” y nos mostrará los datos meteorológicos de los países de esa área. Buscamos el de “SLV-El Salvador” y descargamos los dos archivos o solo uno de ellos (como nosotros queramos), nosotros descargamos los de San Salvador para nuestro análisis.



Figura 2.8. Descarga de archivos meteorológicos.

A continuación, se mostrará el entorno de trabajo de EnergyPlus de una manera general para que se esté familiarizado con el programa, pero cabe mencionar que toda la introducción de datos y la simulación en este trabajo, se realizó en EnergyPlus desde OpenStudio Application.

Entorno de Trabajo de EnergyPlus

Hace unos años no había softwares complementarios para el programa de EnergyPlus, por lo que la única vía para introducir datos y realizar simulaciones era mediante EP-Launch. No obstante, aún se puede utilizar si no se desea interactuar mediante otros programas. A continuación, se comenta de forma general y breve el entorno de EnergyPlus.

EP-Launch

Este es un componente opcional de la instalación especialmente diseñado para los usuarios que quieran una forma fácil de seleccionar archivos y ejecutarlos con EnergyPlus. Desde EP-Launch se introducirán el fichero IDF con los datos de entrada y el fichero de datos meteorológicos mediante la pestaña Browse situada abajo de Input File y Weather File. Además, EP-Launch puede ayudar a abrir un editor de texto (IDF Editor) para los archivos de entrada y salida, abrir una hoja de cálculo una vez procesados los resultados, un explorador web para la visualización de archivos en formato de tablas, e iniciar un visor para archivo de dibujo, entre otros.

En el apartado View Results de EP-Launch se encuentran distintos tipos de ficheros para la visualización de los resultados. Algunos de ellos son:

Variable: Resultados tabulados de forma variable en formato delimitado por comas, tabulaciones o espacios.

ESO: Salida variable de informe sin procesar.

RDD: Lista de variables de salida disponibles desde la ejecución.

MDD: Lista de medidores de salida disponibles desde la ejecución.

EIO: Resultados EnergyPlus adicionales.

Errors: Lista de errores y advertencias.

MTD: Lista de variables del componente del medidor.

Meters: Informe del medidor tabulado en formato delimitado por comas, tabulaciones o espacios.

SVG: Diagrama de HVAC.

DXF: Archivo de dibujo en formato AutoCAD DXF.

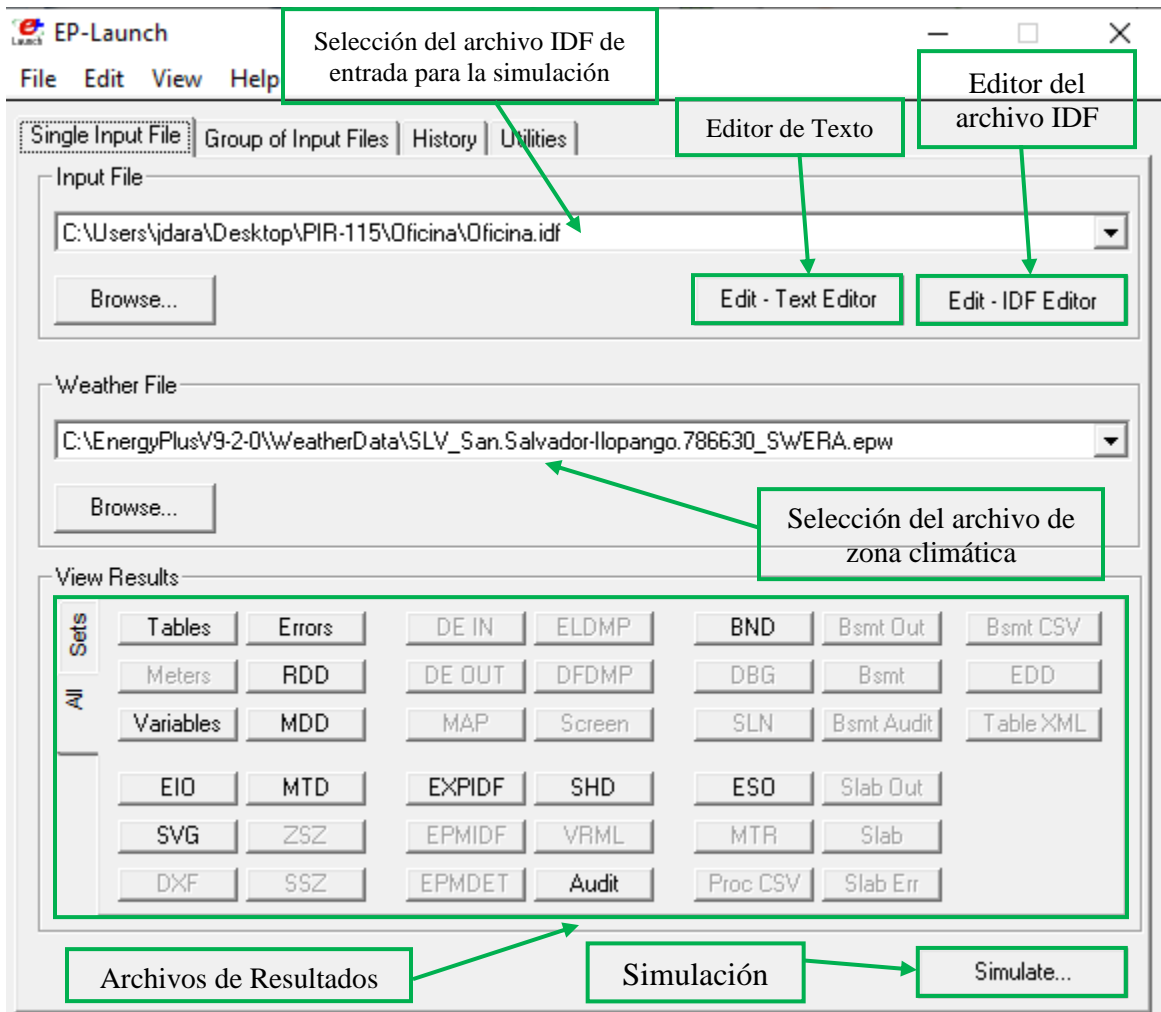


Figura 2.9. Ventana principal de EP-Launch.

IDF-Editor

El archivo de datos de entrada (IDF) contiene los datos que describen el edificio y Sistema HVAC que será simulado. Muchos archivos de ejemplo se instalan como parte del programa. El editor IDF es un editor simple, inteligente, que lee el EnergyPlus Data Dictionary (IDD). El editor permite la creación y revisión de los archivos de entrada de EnergyPlus (IDF). Se puede ejecutar desde un acceso directo en el directorio principal de EnergyPlus (creado como parte de la instalación) o directamente desde EP-Launch.

Para abrir el editor desde EP-Launch, el archivo de entrada o archivo IDF, se selecciona desde el botón Edit-IDF Editor situado en la esquina superior derecha de la interfaz de EP-Launch. Se iniciará el programa separado llamado el IDF Editor, que permitirá editar el archivo IDF seleccionado previamente desde EP-Launch, mediante la pestaña Browse situada en el recuadro de Input File en la esquina superior izquierda. El archivo IDF contiene todos los datos referentes al edificio y mediante el editor se pueden modificar manualmente, cambiando cualquier parámetro. Para volver a simular el archivo

modificado, se han de guardar todos los cambios que se hayan realizado antes de volver a EP-Launch para ejecutar las simulaciones de nuevo.

La ventana principal de IDF Editor tiene tres partes: el listado de todas las clases y objetos, una breve descripción del objeto y entrada seleccionada y los distintos campos que forman el objeto seleccionado. Asimismo, en la parte superior de la interfaz se tienen una serie de botones para crear, duplicar, borrar y copiar nuevos objetos.

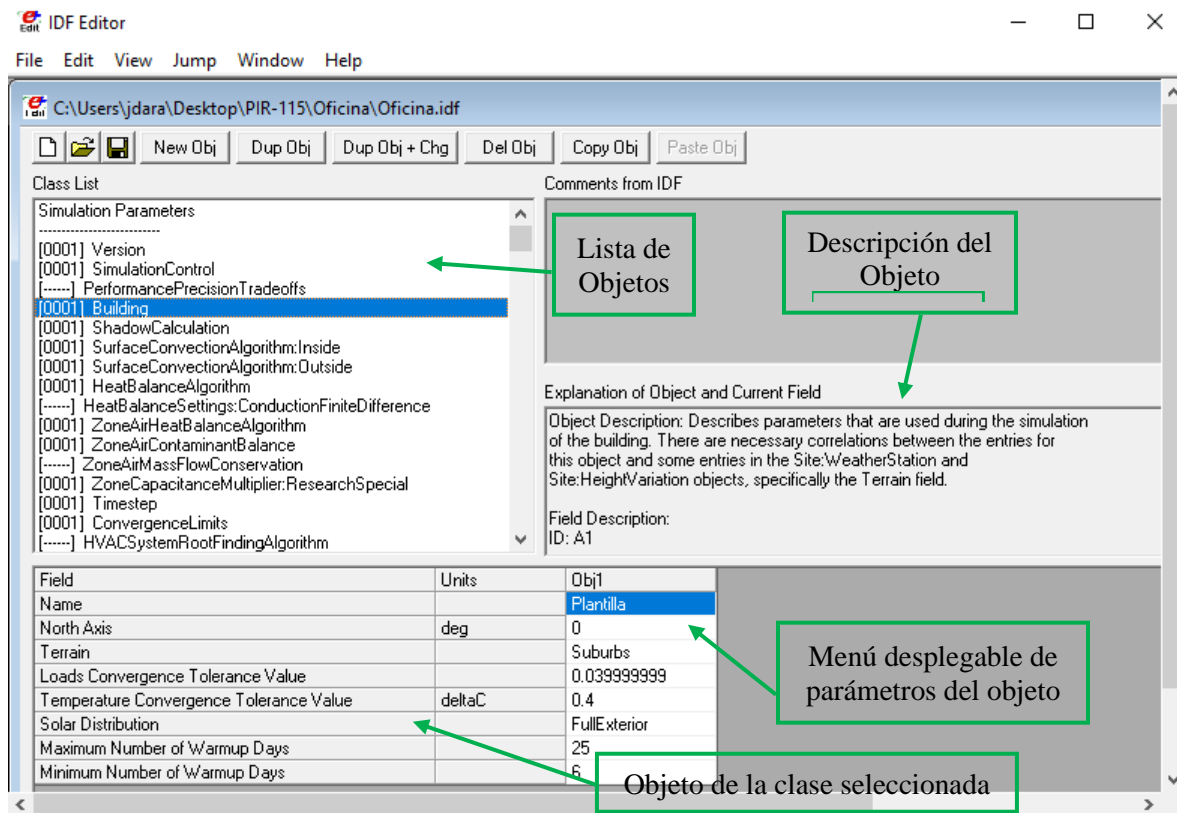


Figura 2.10. Ventana principal de IDF-Editor.

La lista de clases muestra cómo se agrupan los elementos del IDF. Clicando sobre cualquier clase de la lista esta aparece resaltada en azul y queda seleccionada. Si la clase seleccionada contiene a su izquierda el símbolo [-----] significa que esa clase no contiene objetos. En caso de contener objetos, tendría un número, como, por ejemplo, [---5], para indicar el número de objetos contenidos en esa clase.

Por ejemplo, en el caso de la clase de BuildingSurface: Detailed localizada debajo la definición de Thermal Zones and Surfaces, como se muestra en la Figura 2.11, contiene 19 objetos en el archivo IDF. Los 19 objetos de esa clase, o cualquier objeto nuevo, contienen detalles que se muestran en las columnas dentro de la cuadrícula, en la Figura 2.10 se hace referencia a la sección de "Menú desplegable de valores y parámetros". El objeto está compuesto por campos para definir y parametrizar aún más el objeto, cuyas unidades se muestran en la segunda columna del apartado "Objeto de la clase seleccionada" de la Figura

2.10. Así, todos los campos del objeto se muestran en la primera columna del apartado “Objeto de la clase seleccionada” y para ver todos los campos puede que sea necesario desplazarse horizontalmente por cada fila, de la misma forma que puede que sea necesario desplazarse en sentido vertical para identificar todos los 19 objetos de la clase.

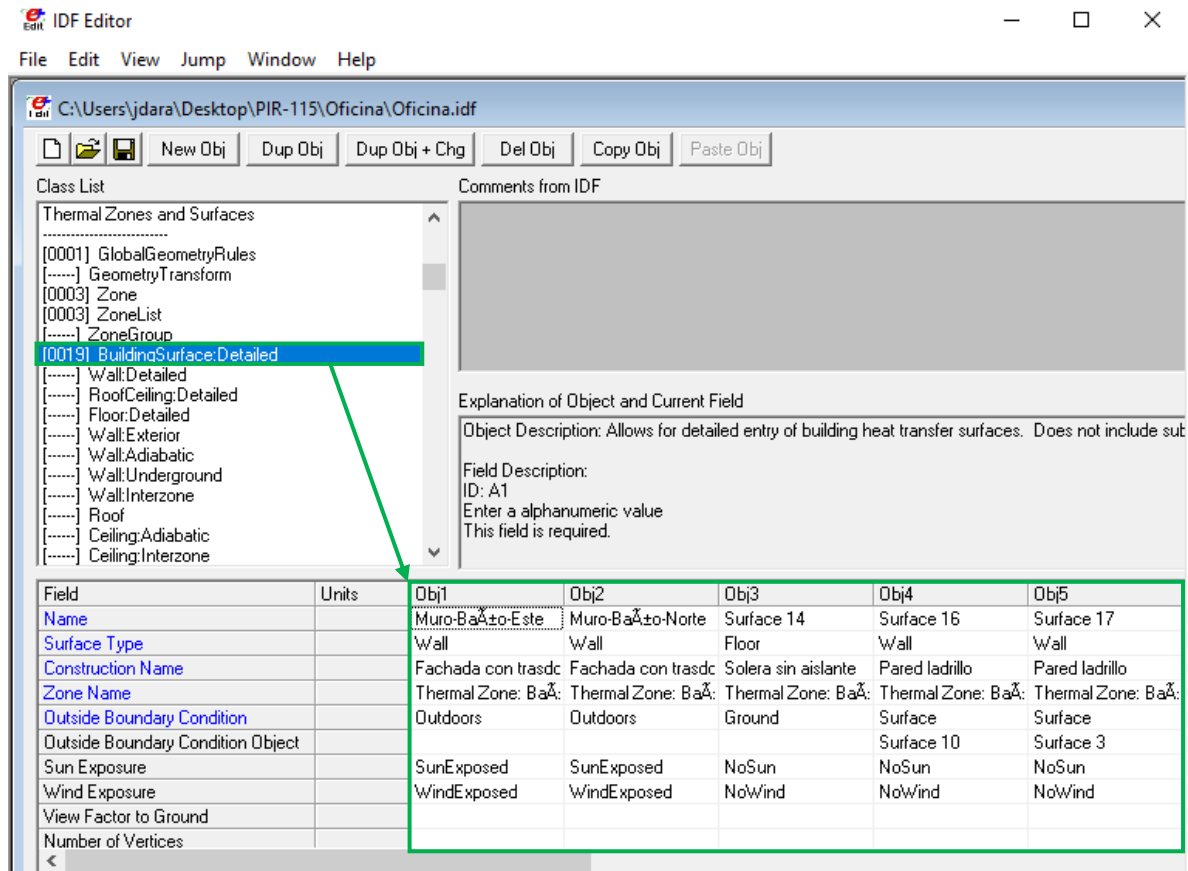


Figura 2.11. Edición de objetos en IDF-Editor.

Esta ha sido una breve explicación sobre el programa de EnergyPlus, pero para la realización de este trabajo se utilizó la simulación de EnergyPlus mediante el programa donde introducimos los datos el cual es OpenStudio Application que ya trae en su instalador a EnergyPlus para la simulación de resultados.

Entorno de trabajo de SketchUp

Cuando ya se haya instalado el programa y se haya puesto la plantilla a utilizar podemos proceder a comenzar a realizar la geometría dándole a la pestaña “Abrir archivo” o en la plantilla y automáticamente se abre el programa para comenzar con el modelado.

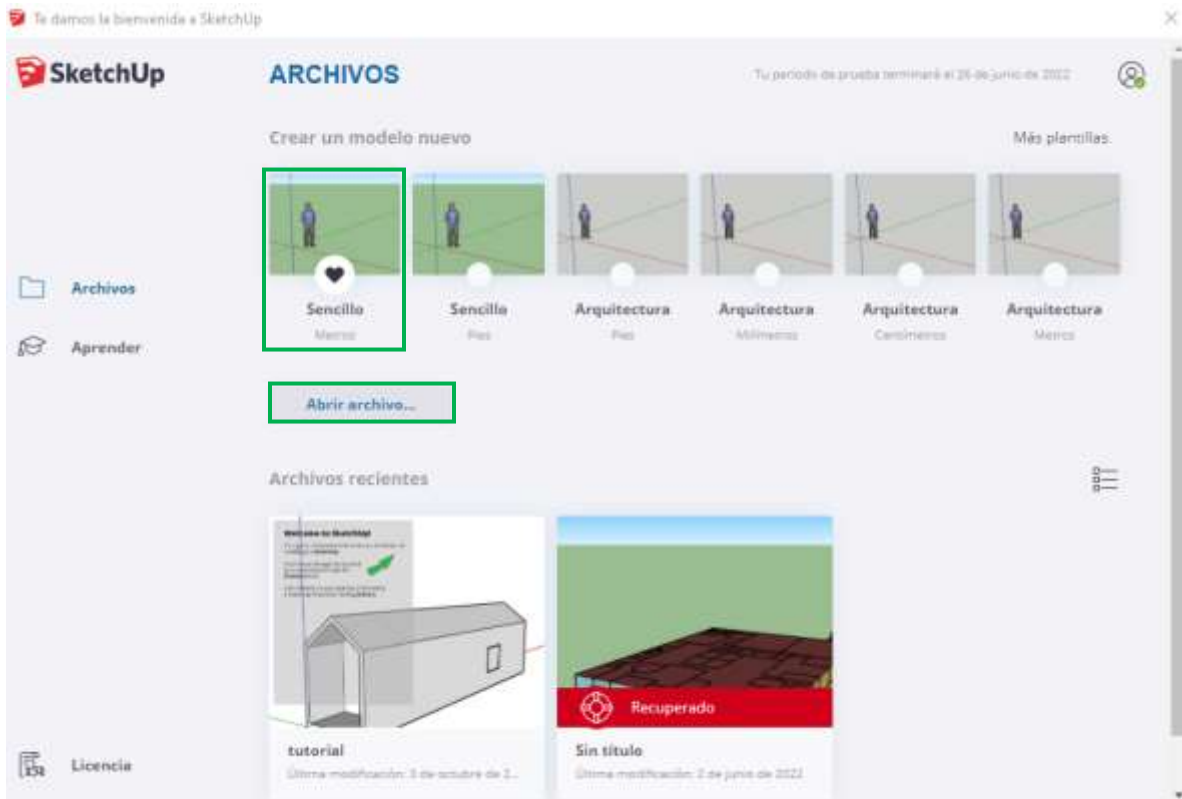


Figura 2.12. Elegir plantilla de trabajo de SketchUp.

SketchUp se utiliza como entorno de modelación en 3D para diferentes programas, entre ellos OpenStudio y EnergyPlus. Es por eso que en la misma barra de herramientas y menús se puede encontrar elementos tanto de SketchUp (Geometría), como el Plug-in de OpenStudio (modelación).

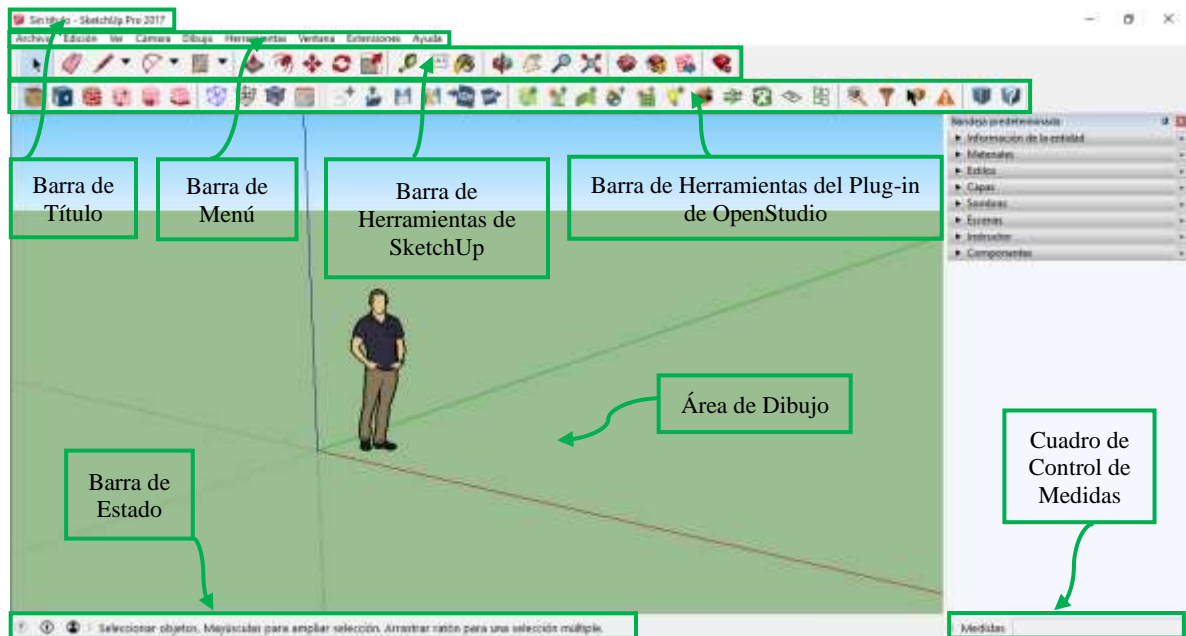


Figura 2.13. Herramientas y área de trabajo de SketchUp.

Barra de título (title bar): Es donde aparece el nombre que recibe el archivo, situada en la parte superior de la interfaz.

Barra de menú (Menu bar): Es donde se encuentra la mayoría de herramientas que se usa en el entorno Sketchup, junto con los diferentes comandos y configuraciones disponibles.

Barra de herramientas (tool bar): Distribuidas en dos barras de herramientas, situadas en la parte superior, debajo de la barra de menú, y debajo de esta la interfaz. En las barras de herramientas es donde aparecen las distintas funciones y opciones necesarias para crear los objetos en 3D y manejar SketchUp con facilidad.

Área de dibujo (drawing area): Es el espacio en donde se crea el modelo. El espacio 3D del área se identifica visualmente mediante los ejes de dibujo, que son tres líneas de colores perpendiculares entre sí. Estos ejes pueden ser de ayuda para dar un sentido de la dirección en el espacio 3D mientras se está trabajando. En el área de dibujo, nos encontramos con tres ejes, un eje vertical (azul), un eje horizontal (rojo), y un eje de profundidad (verde). El sistema de coordenadas en 3D que utiliza SketchUp sirve para identificar los puntos en el espacio mediante la posición en la que se encuentran respecto cada eje, asignando el valor X al eje horizontal, el valor Y al eje vertical, y el valor Z al eje de profundidad.



Figura 2.14. Ejes de trabajo en SketchUp.

Las líneas rectas de los ejes significan que el sentido del eje es positivo, mientras que las líneas punteadas significan el sentido negativo de cada eje.

Barra de estado (status bar): Situada en la parte inferior del área de dibujo. En la zona izquierda de la misma aparecen indicaciones sobre las herramientas de trabajo que se están utilizando, mientras que en la parte de inferior derecha está el cuadro de control de valores (CCV).

Cuadro de control de valores (CCV): En el cuadro de valores se muestra la información dimensional, mientras nos movemos por el área de trabajo. También, en él se pueden introducir valores para ajustar el elemento en cuestión a las dimensiones especificadas.

Entorno de trabajo del Plug-in de OpenStudio

Extensiones

Como se mostró en la Figura 2.6, se accede al menú de OpenStudio mediante la pestaña Extensiones, ubicada en la misma barra de menú de SketchUp. En esta pestaña se abre una

lista donde se encuentran distintos comandos únicamente relacionados con OpenStudio. Al acceder a la pestaña, aparecen dos elementos: OpenStudio y OpenStudio User Scripts.

OpenStudio: En esta primera opción se abre una lista desplegable que contiene utensilios clasificados en función de su utilidad. Es decir, la lista está formada por grupos. El primer grupo incorpora herramientas como Ayuda, actualizaciones, Información sobre el programa instalado y preferencias. De forma independiente aparece una herramienta para acceder a la aplicación de OpenStudio. El siguiente grupo está compuesto por opciones de gestión del fichero osm (Nuevo, Abrir, Guardar, importar, exportar). Después se encuentran opciones relacionadas con la creación de diferentes objetos (Espacios, Sombras, Particiones Interiores, Iluminación) la creación o modificación del modelo, y una serie de opciones relacionadas con tipos de renderizado. La última opción de la lista sirve para acceder a algunas herramientas de SketchUp.

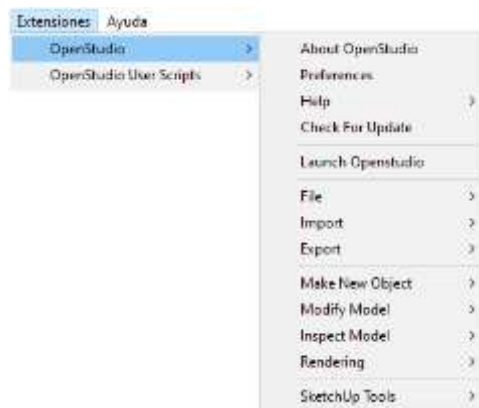


Figura 2.15. Extensión de OpenStudio.

OpenStudio User Scripts: En la segunda opción de la ventana Extensiones aparece esta herramienta. Cuando se accede a OpenStudio User Scripts se abre una ventana con una lista desplegable. Una de las opciones más usadas es la opción para Alterar o modificar elementos, en ella se encuentran herramientas útiles como: Añadir Zonas térmicas para espacios que no las tienen, añadir control de sombreado, asignar nuevos espacios en zonas construidas, renombrar zonas térmicas en base a los nombres de los espacios, entre otras. Una segunda opción de la lista de User Scripts sirve para reconducir directamente a la biblioteca de componentes. La siguiente herramienta más usada, On Demand Template Generators, se usa para añadir nuevas plantillas, como espacios o construcciones. Finalmente están las opciones menos frecuentes como Visualización, Reporte y creación de formas de vivienda estándar.

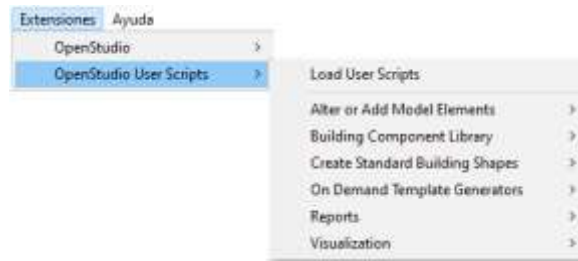


Figura 2.16. Extensión de OpenStudio User Scripts.

OpenStudio Tools

Contiene las herramientas relacionadas con opciones de gestión de ficheros OpenStudio (.osm), modelado e información de objetos.

Las opciones que se muestran, de izquierda a derecha en la barra de OpenStudio Tools son:

- Nuevo modelo de OpenStudio .osm
- Abrir modelo de OpenStudio .osm
- Guardar modelo de OpenStudio .osm
- Guardar modelo de OpenStudio como .osm
- Importar .idf
- Exportar .idf
- Crear recinto nuevo
- Crear sombra nueva
- Crear una nueva partición interior
- Crear un sensor de iluminación
- Crear un mapa de iluminación
- Crear un sensor de deslumbramiento
- Combinación de superficies
- Asignar atributos
- Crear espacios desde plantas
- Proyectar geometría
- Inspector
- Buscar superficies
- Información de superficies
- Mostrar errores
- Acceso a OpenStudio
- Ayuda de OpenStudio.



Figura 2.17. Barra de Herramientas de OpenStudio.

A continuación, se explicará brevemente para qué sirve cada herramienta que está en la barra de OpenStudio para la Gestión de Archivos.

Herramientas de Gestión de Archivos



Figura 2.18. Herramientas de Gestión de Archivos.

Nuevo modelo de OpenStudio (New OpenStudio model): Con esta herramienta se puede crear un nuevo archivo modelo de OpenStudio, y si ya tiene creado uno y le da a esa pestaña, el modelo actual se cierra y crea uno nuevo.

Abrir modelo de OpenStudio (Open OpenStudio model): Con esta herramienta, se abre un modelo de OpenStudio que ya hayamos creado anteriormente y lo tengamos guardado. Algo que hay que tener en cuenta es que los archivos de OpenStudio tienen que ser de la misma versión del OpenStudio instalado, si es otra versión, el archivo no abrirá.

Guardar modelo de OpenStudio (Save OpenStudio model): Esta herramienta guarda el modelo de OpenStudio como un archivo OpenStudio que tendrá la extensión .osm. Si nosotros guardamos el archivo .osm y luego guardamos el modelo SketchUp con extensión .skp, el modelo SketchUp mantendrá un enlace con el modelo de OpenStudio .osm. Todo el contenido energético del modelo se guarda en el archivo .osm, ya que SketchUp solo sirve para la geometría de la edificación.

Guardar modelo de OpenStudio como (Save OpenStudio model as): Esta herramienta guarda el modelo OpenStudio como un nuevo archivo .osm. Para ello, se puede guardar con otro nombre en la misma ubicación donde ya ha estado el archivo o en una nueva ubicación con el mismo nombre. Es necesario que el archivo del modelo OpenStudio tenga una extensión finalizada en .osm, sino no se guardará, aunque se pueda modificar manualmente la extensión.

Importar archivo idf de EnergyPlus (Import EnergyPlus idf): La extensión .idf hace referencia a los archivos de datos de entrada de EnergyPlus. Cuando se importa un modelo .idf, el modelo .osm actual se cierra y se crea uno nuevo de .idf. Cuando se guarda el modelo .idf después de haberlo importado, se pide que sea guardado como un archivo .osm.

Exportar archivo idf de EnergyPlus (Export EnergyPlus idf): Esta herramienta sirve para exportar un archivo .idf desde un modelo creado de .osm. Como se ha mencionado en el apartado anterior algunos datos del modelo se pueden perder al exportarlo a .idf porque el formato del archivo .osm admite muchos objetos que no están disponibles en EnergyPlus. En el caso de exportar de un modelo .osm a un archivo .idf y luego le damos reimportar en OpenStudio, los elementos no admitidos desaparecerán. Para un buen funcionamiento mejor se recomienda trabajar siempre sobre un archivo .osm y simularlo en EnergyPlus desde OpenStudio Application.

Lanzamiento de OpenStudio Application (Launch OpenStudio): Con esta herramienta se puede acceder a OpenStudio Application ya con el modelo .osm que se está realizando en SketchUp.

Herramientas más utilizadas en OpenStudio

Gestión Ficheros	Modelado	Información	Renderizado
 Abrir .osm	 Recinto nuevo	 Inspector	 Tipo elemento
 Guardar .osm	 Sombra nueva	 Información	 Condiciones contorno
 Guardar Como .osm	 Sensor iluminación		 Construcción
 Importar .idf	 Mapa iluminación		 Tipo espacio
 Exportar .idf	 Adyacencias		 Zona Térmica
	 Asignar Atributos		 Planta
	 Crear espacios desde plantas		

Tabla 2.1. Herramientas más utilizadas en OpenStudio.

Entorno de trabajo de OpenStudio Application

El entorno de trabajo de OpenStudio Application está preparado de manera que se pueda trabajar con él de una forma clara y ordenada. A la izquierda de la pantalla, disponemos de varias pestañas que nos indican el proceso a seguir para una buena definición de nuestro caso de estudio.

Una vez se ha creado el modelo del edificio con sus atributos, el siguiente paso es acceder a OpenStudio Application. En este entorno se añaden nuevos parámetros relacionados con el edificio, se suele usar para agregar cargas internas, materiales, conjuntos de construcciones, sistemas térmicos, y más. La aplicación se puede abrir directamente desde el complemento SketchUp mediante el icono de Launch OpenStudio situado en la barra de herramientas de OpenStudio o bien abriendo el archivo desde la propia aplicación.



Figura 2.19. OpenStudio Application.

En la creación del modelo se explicará para qué sirve cada categoría de OpenStudio Application aplicado al Edificio de Insaforp.

Creación de Modelo

Luego de haber descargado e instalado los programas, y de hablar sobre cada programa y su entorno de trabajo, ahora procederemos a comenzar con la geometría del Edificio de Insaforp que está dividido en dos edificios contiguos, con sus diferentes zonas, la zona de recepción, la zona de la sala de reuniones, zona de departamentos específicos, zona de gerencia, etc.

Lo que haremos como primer paso es descargar alguna plantilla de OpenStudio de internet para que se nos facilite aún más la introducción y modificación de los datos del edificio.

Al abrir SketchUp nos dirigimos hacia donde está el ícono de Abrir archivo .osm y buscamos donde tengamos guardada la plantilla que previamente descargamos para que nos sirva desde un inicio como base de lo que tendría el edificio.

Una vez abierta la plantilla se puede proceder a realizar la geometría de la oficina en SketchUp.

Cuando hayamos abierto la plantilla podemos guardar nuestro nuevo modelo en otra ubicación para que la plantilla siempre nos sirva para futuros modelos a realizar.

Lo primero que haremos será crear por medio del ícono **New Space**, un nuevo grupo de espacio.

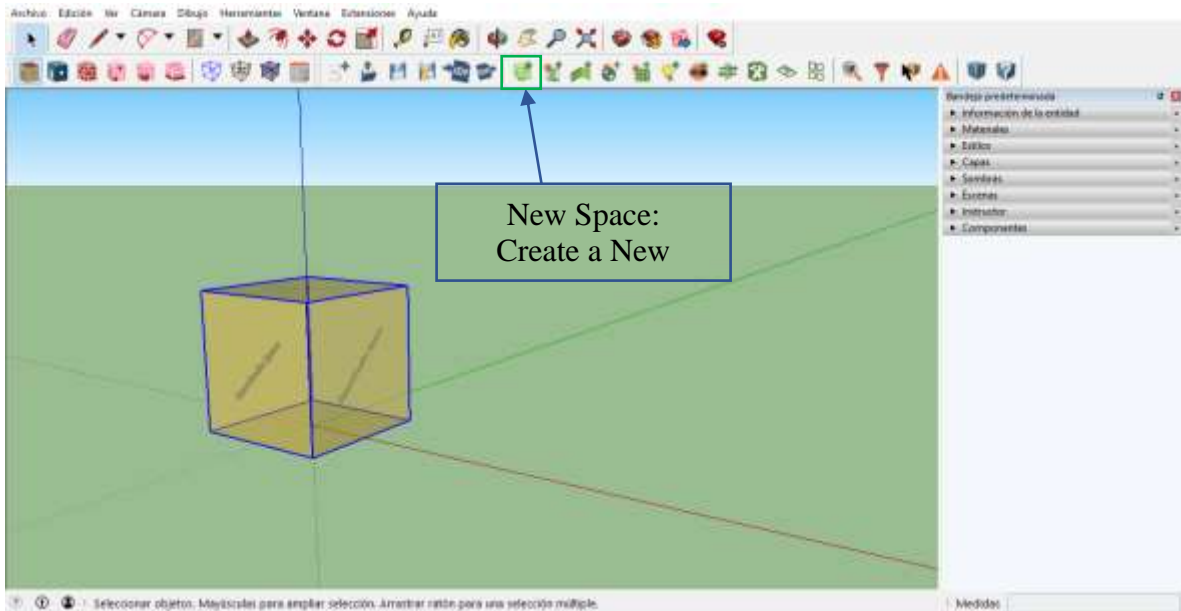


Figura 2.20. Creación del nuevo espacio.

Luego de esto, lo que haremos es darle doble clic al cubo que se muestra en la Figura 2.20 y entraremos al nuevo espacio que crearemos.

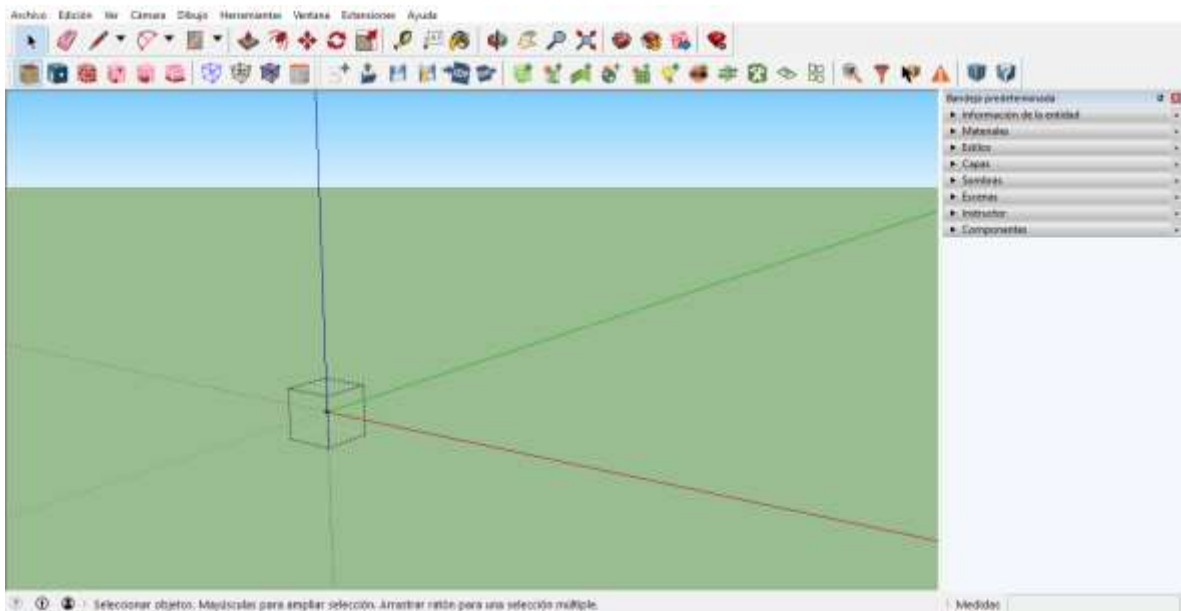


Figura 2.21. Al darle doble clic, nos aparecerá el cubo como se muestra en esta imagen.

Ahora con la herramienta rectángulo, comenzaremos a hacer el edificio dándole las medidas adecuadas de los planos de AutoCAD.

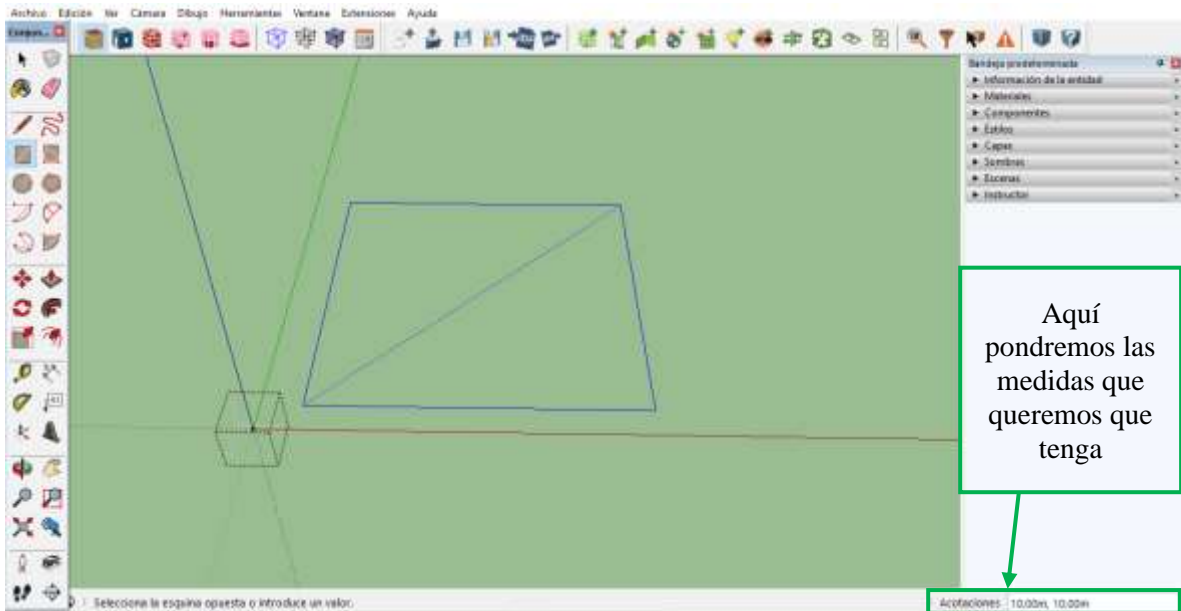


Figura 2.22. Introducción de medidas que tendrá la oficina.

Cuando le demos aceptar a la introducción de las medidas nos aparecerá la siguiente figura, y por medio de la Herramienta **Medir**, seleccionaremos líneas de referencia que nos servirán para hacer las divisiones de las zonas.

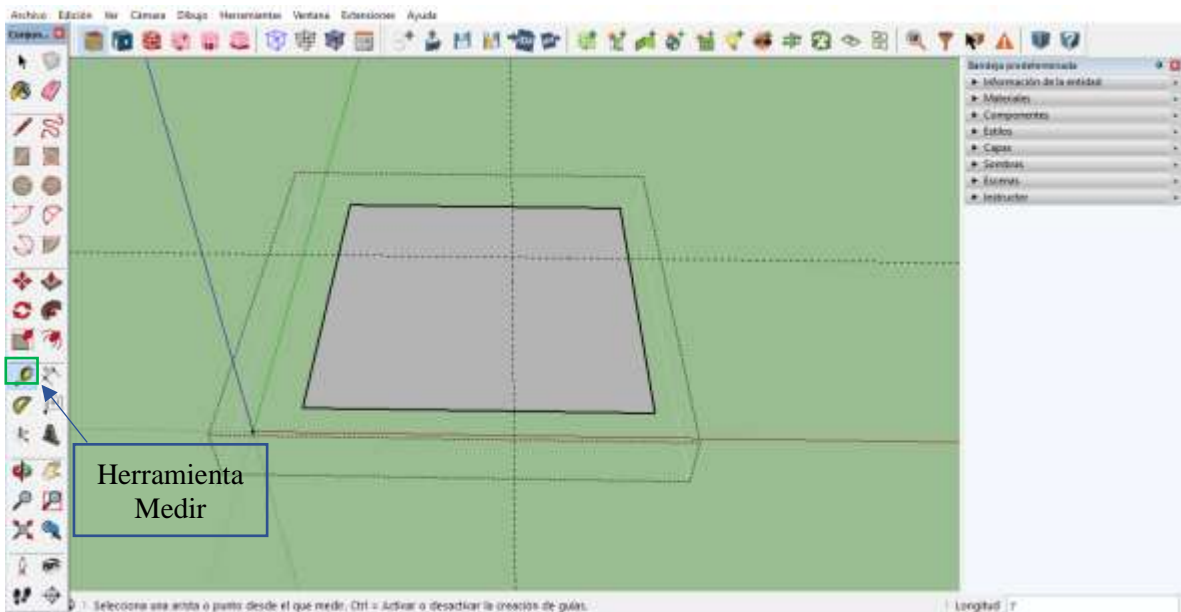


Figura 2.23. Líneas de Referencia hechas con la herramienta Medir.

Con la Herramienta **Lápiz** realizaremos las líneas que serán la división que habrá entre cada zona del edificio, cuando las hayamos realizado, borramos las líneas de referencia que habíamos creado.

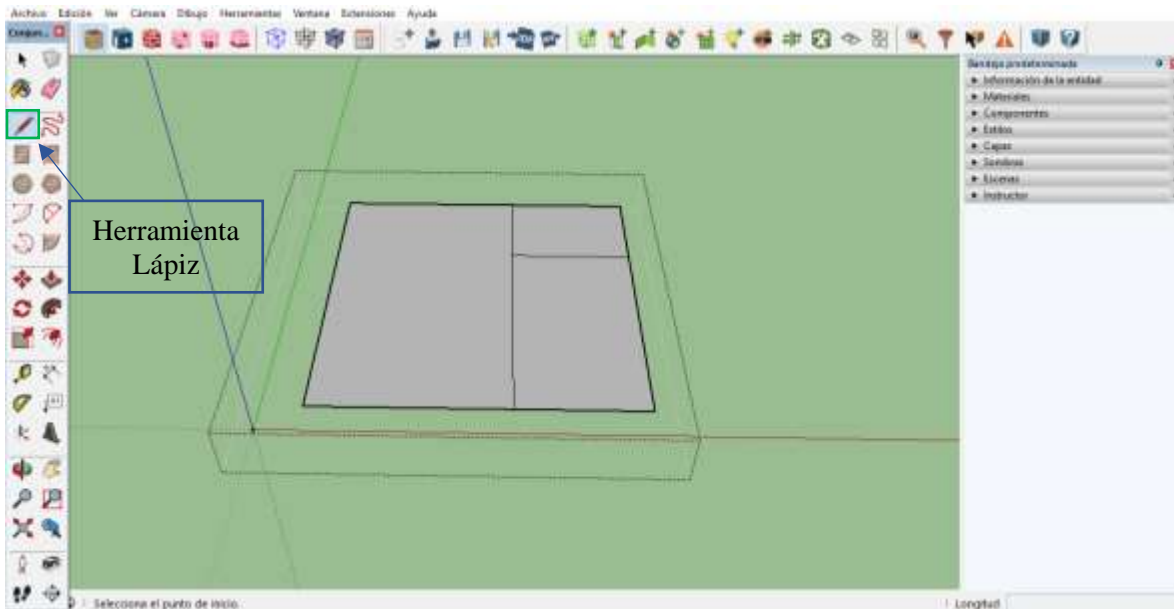


Figura 2.24. Líneas de división hechas con la herramienta Lápiz.

Seleccionamos todo el dibujo y con el ícono de **Create Spaces From Diagram**, haremos el levantamiento del edificio dándole la altura correspondiente a cada nivel y le pondremos si es de uno, dos, tres o más niveles el edificio. En nuestro caso el edificio donde se encuentra el parqueo es de tres niveles (siendo el tercer nivel, área de oficinas y sala de reuniones) y el edificio de oficinas es de dos niveles.

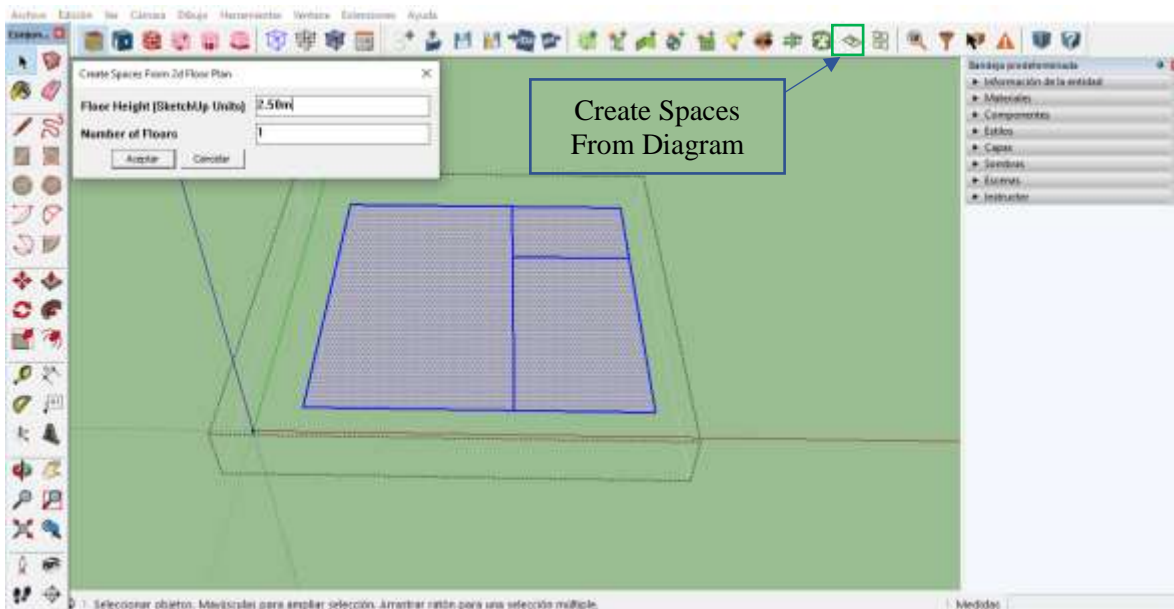


Figura 2.25. Levantamiento y creación de número de pisos.

Una vez se haya hecho el levantamiento del edificio, le aplicaremos el ícono de **Surface Matching** al edificio para que las superficies coincidan y se diferencien las paredes interiores

con las exteriores. Le damos en el botón que dice Match in Entire Model para aplicárselo a todo el edificio.

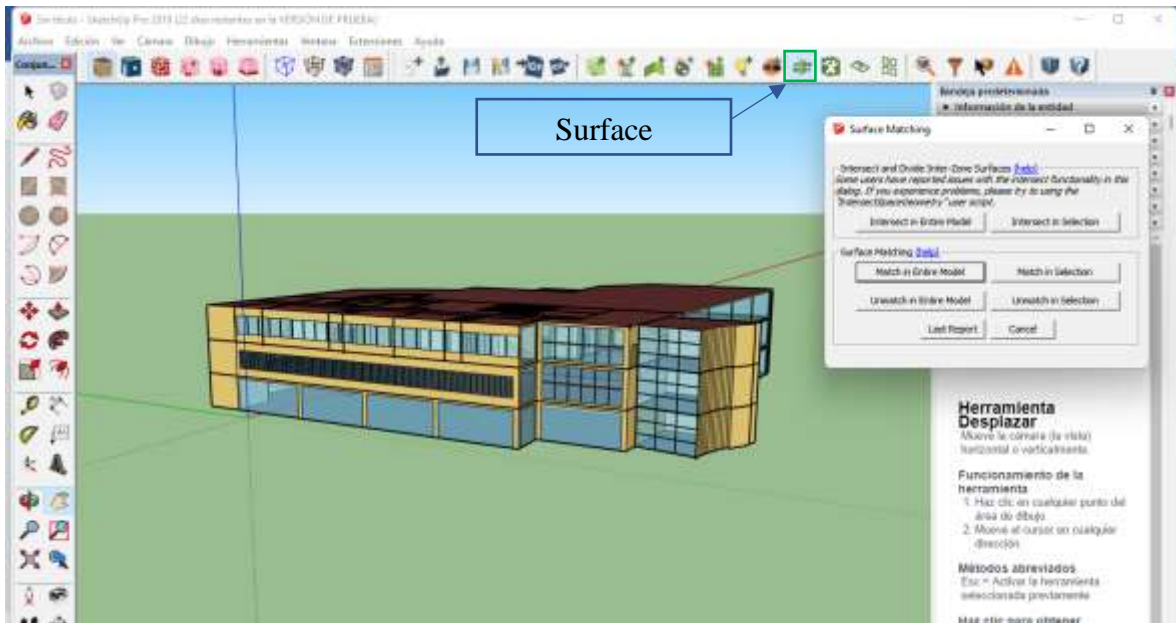


Figura 2.26. Aplicación de Surface Matching.

Para saber si se ha aplicado el Surface Matching al edificio, le damos en el ícono **Render by Boundary Condition** y luego en el ícono **View Model in X-Ray Mode** y con la Herramienta **Plano de Sección** dibujamos un plano de sección que muestre la parte interna del edificio y en ella se podrá ver las paredes interiores de color verde porque ya ha sido aplicado el Surface Matching.

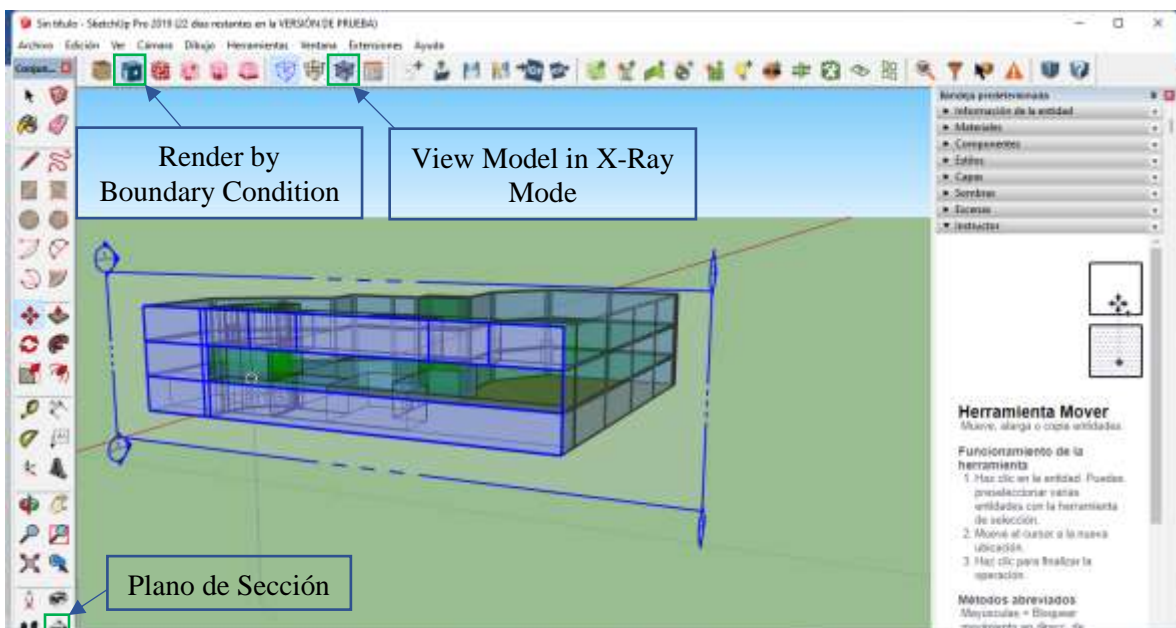


Figura 2.27. Visualización del interior de parte del primer nivel del edificio de las oficinas.

Para la creación de las puertas y las ventanas, tendremos que entrar a cada bloque dándole doble clic y por medio de las líneas de referencia trazaremos con la herramienta rectángulo las puertas y las ventanas del edificio. Si lo hacemos sin haber entrado al bloque dándole doble clic, el programa no reconocerá los rectángulos como puertas ni como ventanas.

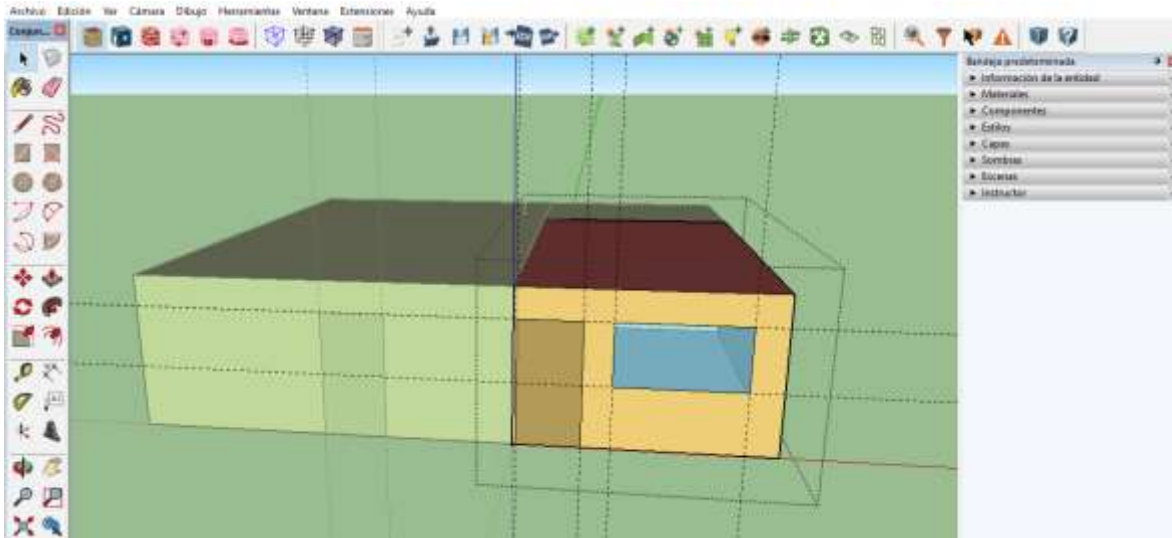


Figura 2.28. Puertas y ventanas creadas.

Haremos lo mismo para todas las puertas y ventanas que tenga el edificio, cuando se entra a un bloque, este se resalta mientras que los otros quedan opacos ya que no se está trabajando con ellos.

Para la creación de sombras (si en algún dado caso el edificio tiene), nos iremos al ícono de **New Shading Surface Group** y haremos lo mismo que hicimos cuando iniciamos con la construcción del edificio posicionándonos donde nosotros vamos a querer las sombras.

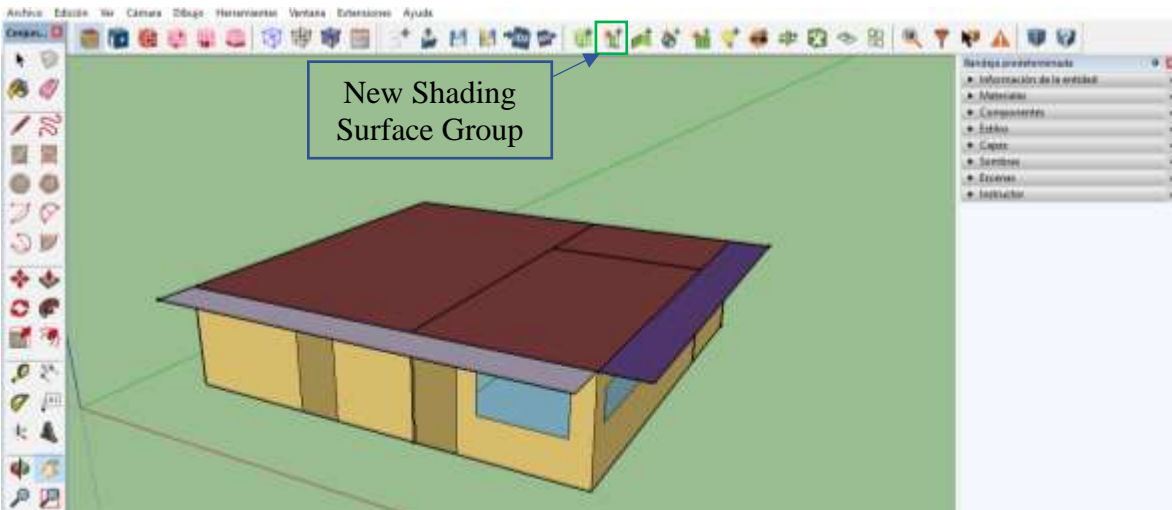


Figura 2.29. Creación de Sombras.

Para saber si se han creado las sombras estas tienen que aparecer en color morado como las de la Figura 2.29.

Para la creación de los paneles solares lo haremos de la misma manera que las sombras dándole la respectiva inclinación hacia arriba (si el panel tiene inclinación) que nosotros deseemos con la Herramienta **Mover**, nos colocamos en la línea que moveremos hacia arriba, le ponemos las medidas que tendrá la inclinación (en este caso no tiene inclinación) y listo, además habrá algo más por agregar que sería el de irnos a *Extensiones* y buscamos *OpenStudio User Scripts* y en la pestaña de *Alter or Add Model Elements* seleccionamos *Add Photovoltaics*.

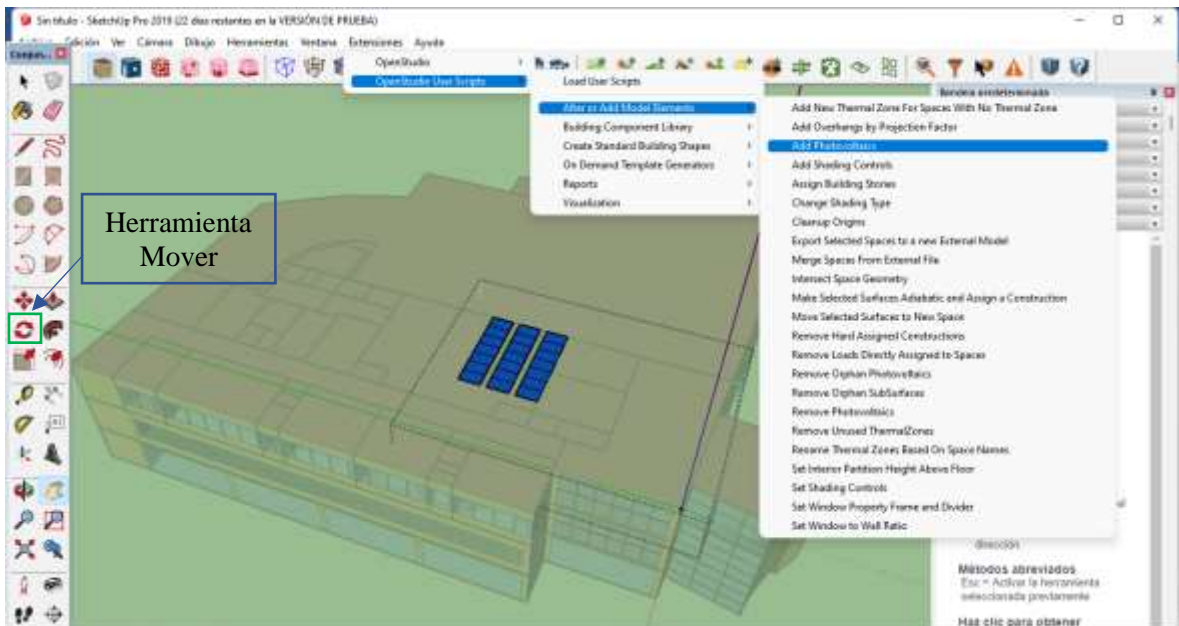


Figura 2.30. Introducción de panel solar.

Luego introducimos los datos que nos pide sobre el panel, datos que se pueden tomar de cualquier datasheet de paneles solares que hay (en nuestro caso, tomaremos el datasheet de los paneles que se instalaron en el edificio).

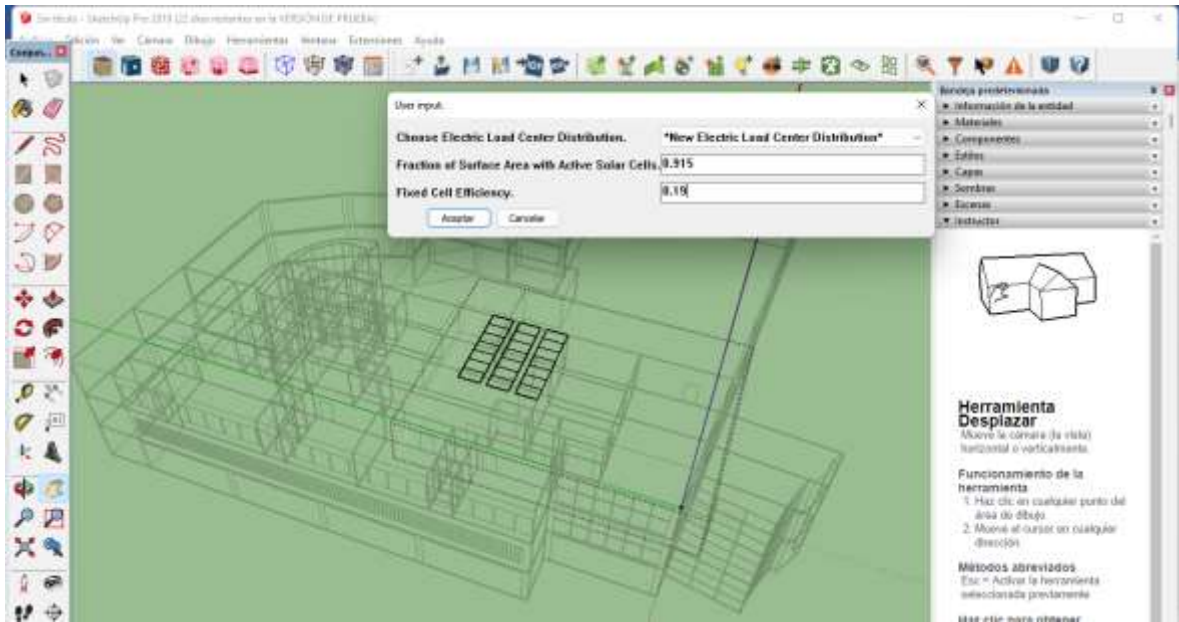


Figura 2.31. Datos acerca del panel solar.

Automáticamente el programa hará del nuevo modelo creado de sombra, un sistema fotovoltaico.

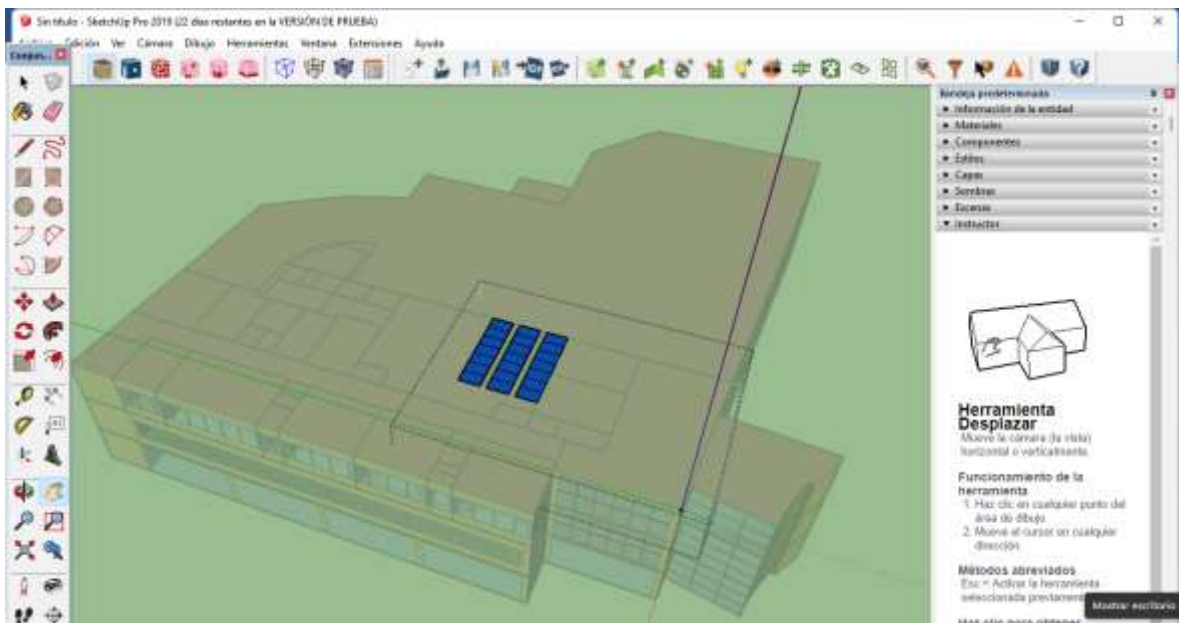


Figura 2.32. Creación de sistema fotovoltaico.

Para la creación de las persianas (si en algún dado caso el edificio tiene), vamos a hacer lo mismo que hicimos cuando creamos las ventanas, pero al ser un objeto opaco tendremos que modificarlo poniendo *door*, ya que así podremos determinar que es un objeto opaco. Seleccionamos la ventana y le damos clic derecho y nos dirigimos hacia donde dice *OpenStudio* y le damos en *Inspector*, y en donde dice *Sub Surface Type* tendremos que

cambiar *FixedWindow* y poner *door*. De esta manera el programa sabrá que es un objeto opaco.

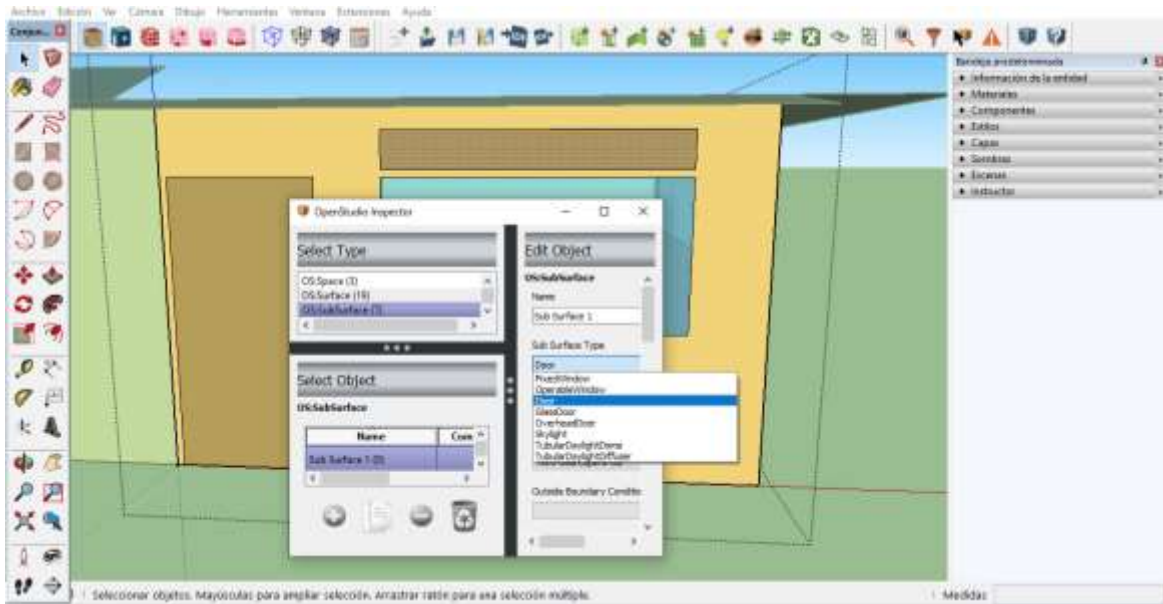


Figura 2.33. Creación de persianas.

Lo que viene a continuación será introducir información sobre qué nombre y ubicación tendrá cada muro, puerta ventana, etc.

De la misma manera como se hizo en las persianas, se accede a *OpenStudio* y le damos en *Inspector* y determinaremos el nombre de la zona en la que nos encontramos donde dice *Space Name*, en este caso el nombre del espacio en este caso, por ejemplo, será *Recepción* y también ponemos el nombre y orientación del muro que hemos seleccionado donde dice *Name*, que en este caso ha sido *Muro Recepción Sur*. Lo mismo haremos con las demás paredes, con el techo y con el piso.

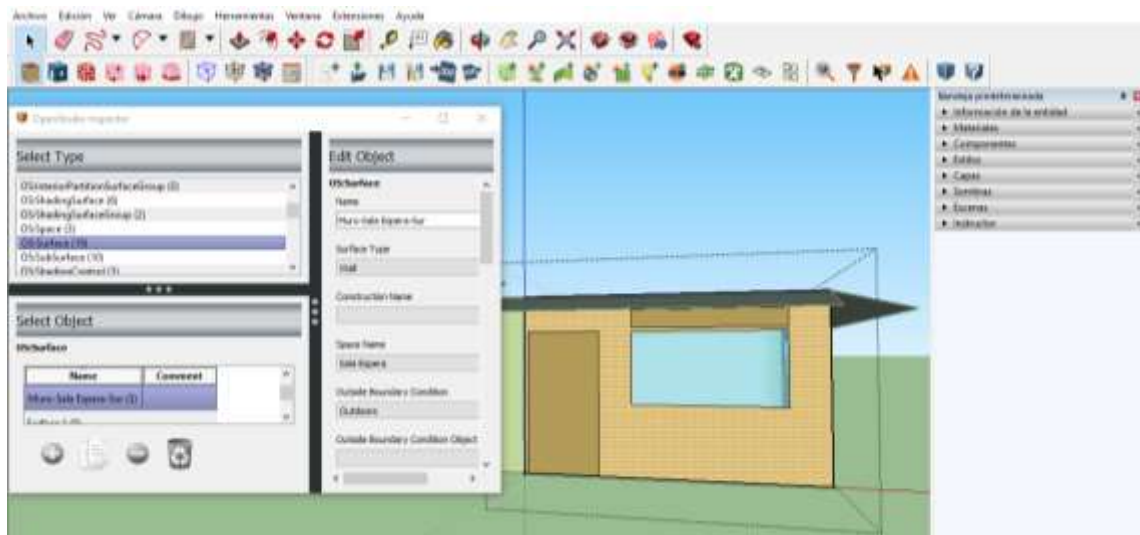


Figura 2.34. Determinación de nombres de espacios.

De igual forma haremos para determinar el nombre y ubicación de las puertas, ventanas y persianas. En este caso hemos seleccionado la puerta y como está en la misma superficie que en la Figura anterior en *Surface Name* tiene el nombre de Muro Recepción Sur, en *Name* le pondremos Puerta Recepción Sur. Lo mismo se hará con las demás puertas, ventanas y persianas.

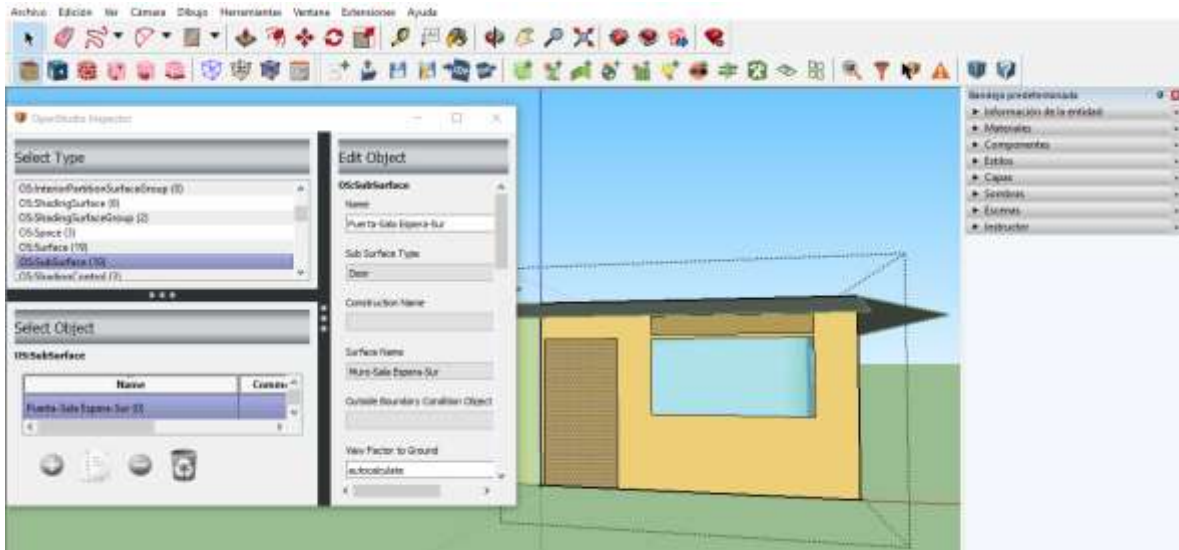


Figura 2.35. Determinación de nombres de objetos.

Todo lo que viene a continuación será introducirnos al entorno de trabajo de OpenStudio Application ya con la plantilla utilizada y con el modelado del Edificio de Insaforp.

Como es un Edificio donde prácticamente todo es oficinas, tendrá todo lo necesario para el análisis, en la siguiente tabla se muestra lo que habrá en el Edificio.

INSAFORP	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA POR CADA ITEM (W)	POTENCIA ESTIMADA EN W
EDIFICIO ESTACIONAMIENTO				
RECEPCIÓN NIVEL 3	COMPUTADORA	3	300	900
	COCINA	1	500	500
	OASIS	1	510	510
	MICROONDAS	1	1480	1480
	TOSTADOR	1	1050	1050
	CAFETERA	1	1090	1090
	REFRIGERADOR	1	150	150
SALÓN DE REUNIONES - SALA DE CONSEJO	PROYECTOR	1	1780	1780
	ROUTER	1	5	5
	LAPTOP	3	120	360
	CONSOLA DE AUDIO	1	360	360
	MICROFONOS	4	5	20
	TELÉFONO	1	5	5
SALA DE REUNIONES 15	PROYECTOR	1	1780	1780
	TELÉFONO	1	5	5
SALA PRESIDENCIA	PROYECTOR	1	1780	1780
	TELÉFONO	1	5	5
CUARTO DE PRESIDENCIA	REFRIGERADOR	1	150	150
OFICINA DE PRESIDENCIA	TELEVISOR	1	67	67
	LAPTOP	1	120	120
	TELEFONO	1	5	5
	CAJA CABLE TV	1	5	5
SALA DE REUNION EJECUTIVA	PROYECTOR	1	1780	1780
DIRECCIÓN EJECUTIVA	COMPUTADORA	1	300	300
	TELEFONO	1	5	5
	ESCANER	1	15	15
	IMPRESORA	1	300	300
SUBDIRECCIÓN EJECUTIVA	ESCANER	1	15	15
	IMPRESORA	1	300	300
	COMPUTADORA	1	300	300
	TELÉFONO	1	5	5
CUARTO DE SERVIDORES	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
BODEGA DE RECEPCIÓN	TRITURADOR	1	324	324

EDIFICIO OFICINAS				
ÁREA DE RECEPCIÓN	OASIS	1	510	510
	TELÉFONO	4	5	20
ATENCIÓN AL CLIENTE NIVEL 1	TELEVISOR	1	67	67
	COMPUTADORA	4	300	1200
	TELÉFONO	4	5	20
UNIDAD FINANCIERA	COMPUTADORA	9	300	2700
	TELÉFONO	9	5	45
	VENTILADOR	3	55	165
	FAX	1	180	180
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
GERENCIA FINANCIERA INSTITUCIONAL	COMPUTADORA	1	300	300
	TELÉFONO	1	5	5
CENTRO DE ATENCIÓN	COMPUTADORA	10	300	3000
	TELÉFONO	10	5	50
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
UNIDAD DE CENTRO DE ATENCIÓN Y ACCESO A LA INFORMACIÓN	VENTILADOR	1	55	55
	LAPTOP	1	120	120
COCINA EDIFICIO OFICINAS	TELÉFONO	1	5	5
	CAFETERA	1	1090	1090
	MICROONDA	1	1480	1480
	TOSTADOR	1	1050	1050
	CAFETERA	1	1090	1090
	REFRIGERADORA	1	150	150
	OASIS	1	510	510
UNIDAD DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL	COMPUTADORA	1	300	300
	TELÉFONO	1	5	5
UNIDAD DE MONITOREO	COMPUTADORA	5	120	600
	TELÉFONO	5	5	25
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
SERVICIOS GENERALES	COMPUTADORA	6	300	1800
	TELÉFONO	6	5	30
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
GERENCIA TÉCNICA	COMPUTADORA	12	300	3600
	TELÉFONO	12	5	60
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
INVESTIGACIONES FORMACIÓN INICIAL	COMPUTADORA	14	300	4200
	TELÉFONO	14	5	70
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600
GERENCIA DE FORMACIÓN INICIAL	LAPTOP	1	120	120
	TELÉFONO	1	5	5
GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL	COMPUTADORA	1	300	300
	TELÉFONO	1	5	5
	LAPTOP	1	120	120
GERENCIA TÉCNICA 2	COMPUTADORA	1	300	300
	TELÉFONO	1	5	5
COCINA DE GERENCIA TÉCNICA	CAFETERA	1	1090	1090
	MICROONDA	1	1480	1480
	TOSTADOR	1	1050	1050
	REFRIGERADORA	1	150	150
	OASIS	1	510	510
	BOCINAS	2	175	350
AUDITORIO	OASIS	1	510	510
	CONSOLA DE AUDIO	1	360	360
	PROYECTOR	1	1780	1780
	CAFETERA	1	1090	1090
COCINA DE UACI	OASIS	1	510	510
	TOSTADOR	1	1050	1050
	MICROONDA	1	1480	1480
	COMPUTADORA	1	300	300
OFICINA DE UACI	LAPTOP	1	120	120
	TELÉFONO	1	5	5
	COMPUTADORA	10	300	3000
CUBÍCULOS UACI	TELÉFONO	10	5	50
	FOTOCOPIADORA	1	1600	1600

Tabla 2.2. Elementos que tendrá el Edificio.

Como ya vimos en el apartado de Entorno de Trabajo de OpenStudio Application, el programa tiene ciertas características principales que se verán para qué sirven aplicadas al modelo del Edificio de Insaforp.

Sitio (Site): Aquí se puede ver la información general sobre datos, y en ella se encuentra un ícono que dice Weather file, en este, introduciremos el archivo del clima con extensión .epw (energyplusweather) que descargamos desde la página oficial de EnergyPlus anteriormente.

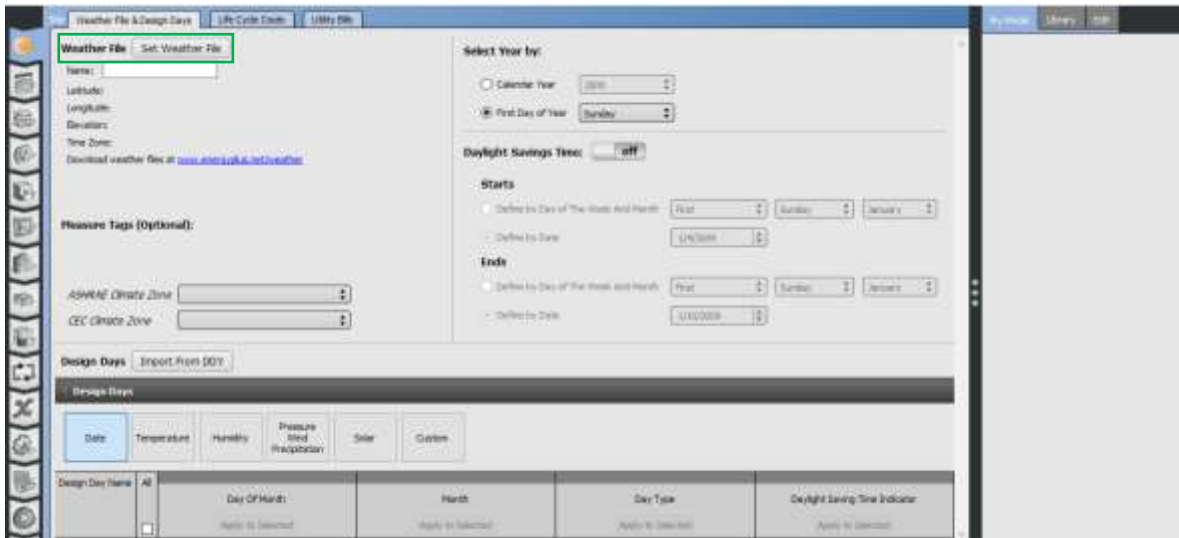


Figura 2.36. Información general sobre los datos con los que trabajará OpenStudio para su simulación.

Horarios (Schedules): En este, se podrán crear los horarios de la actividad de cada persona y de cada aparato eléctrico que se encuentre en la edificación poniéndole prioridad de los días en qué estarán encendidos. Se muestra cuantas personas y cuantas horas van a laborar en ciertas zonas del edificio, además de esto se muestra cuales aparatos se utilizarán y las horas que estarán en uso.

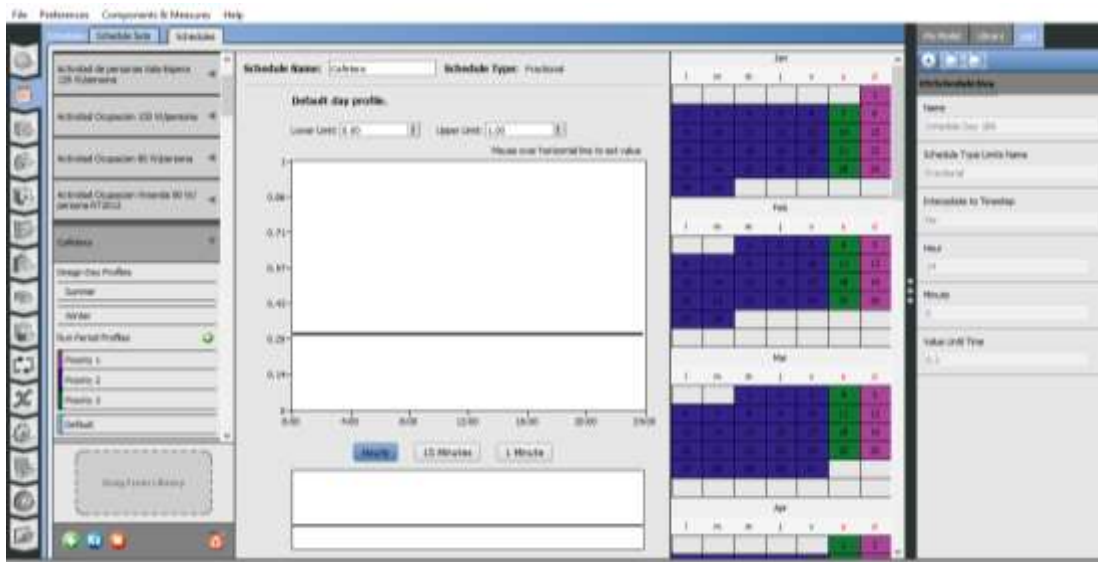


Figura 2.37. Introducción de los horarios.

Construcciones (Constructions): En construcciones podremos poner información sobre cómo estará hecho cada aislamiento de pared, techo, etc. del edificio y sobre qué materiales se utilizarán para su construcción, esto para que el programa analice la envolvente térmica del edificio.



Figura 2.38. Tipo de materiales de los que estará hecha la construcción del edificio.

En el lado derecho en *My Model* se podrán encontrar toda la información que se puede meter que ya viene en la plantilla que tenemos como referencia y a la cual se le ha agregado algunos datos para la facilidad a la hora de introducirlos y simularlos. En *My Model* se encontrará todo lo demás para la introducción de materiales, cargas, ocupación, etc.

Al aplicarle de qué estará construido el edificio, podemos visualizar por medio del ícono **Render By Construction** que cada objeto, pared, techo, etc. tiene un color distinto.

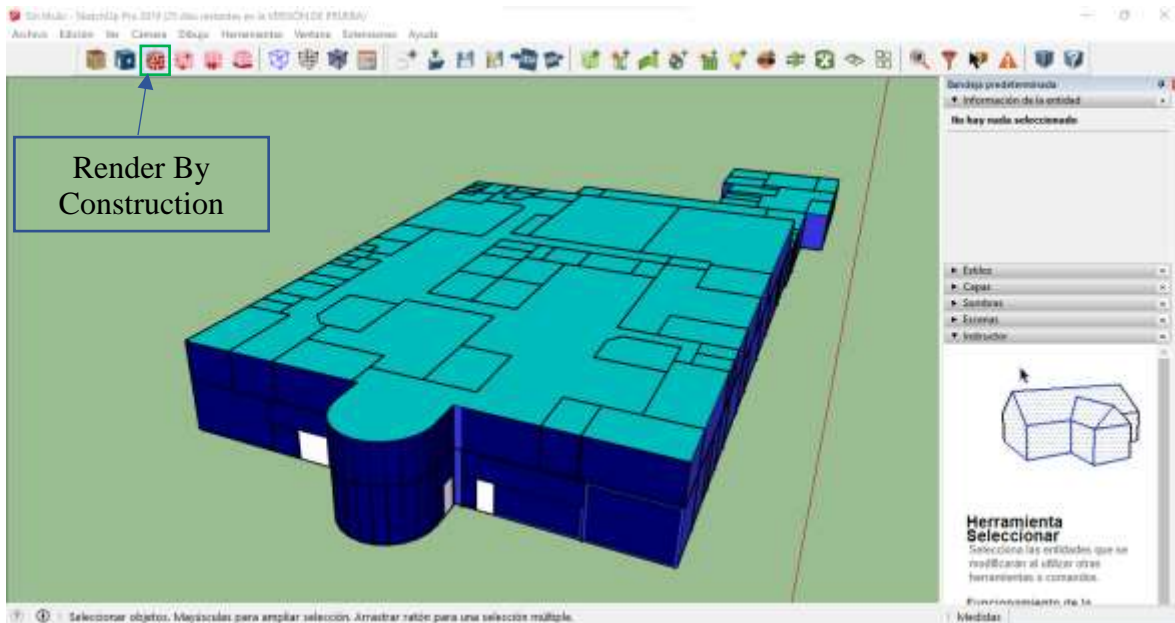


Figura 2.39. Visualización de la Oficina por medio del renderizado por Construcción.

Cargas (Loads): Aquí se pondrán todos los tipos de cargas que demandarán los aparatos y las personas dentro de la edificación.

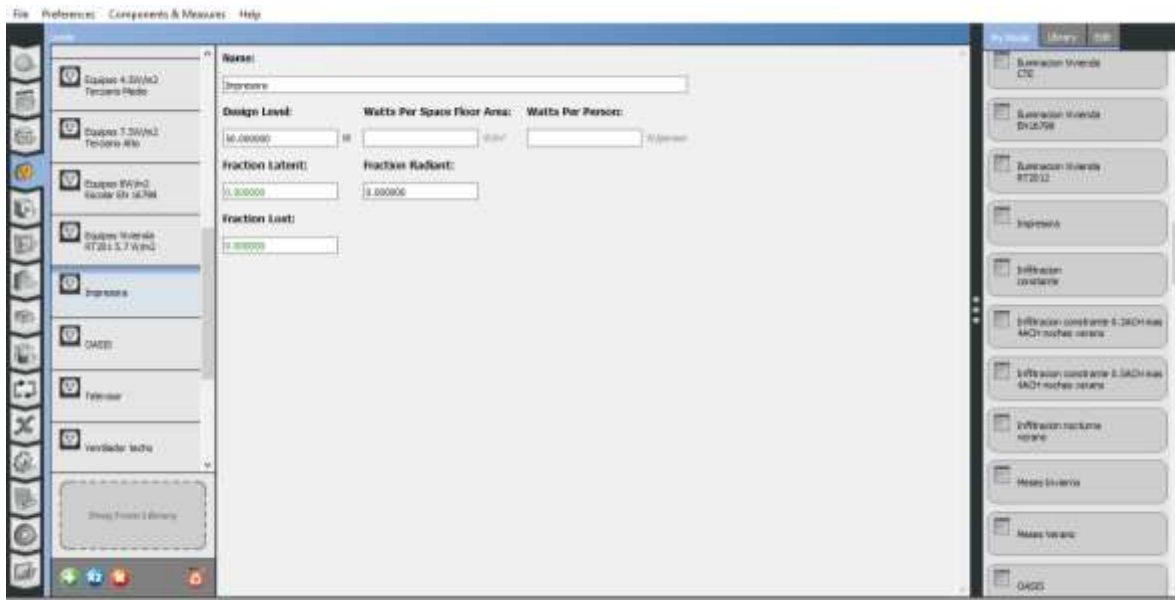


Figura 2.40. Determinación de la demanda de las personas y los aparatos.

Tipos de Espacio (Space Types): En esta pestaña estarán divididas toda la información general sobre los tipos de espacios y sobre las cargas que hay en cada espacio.

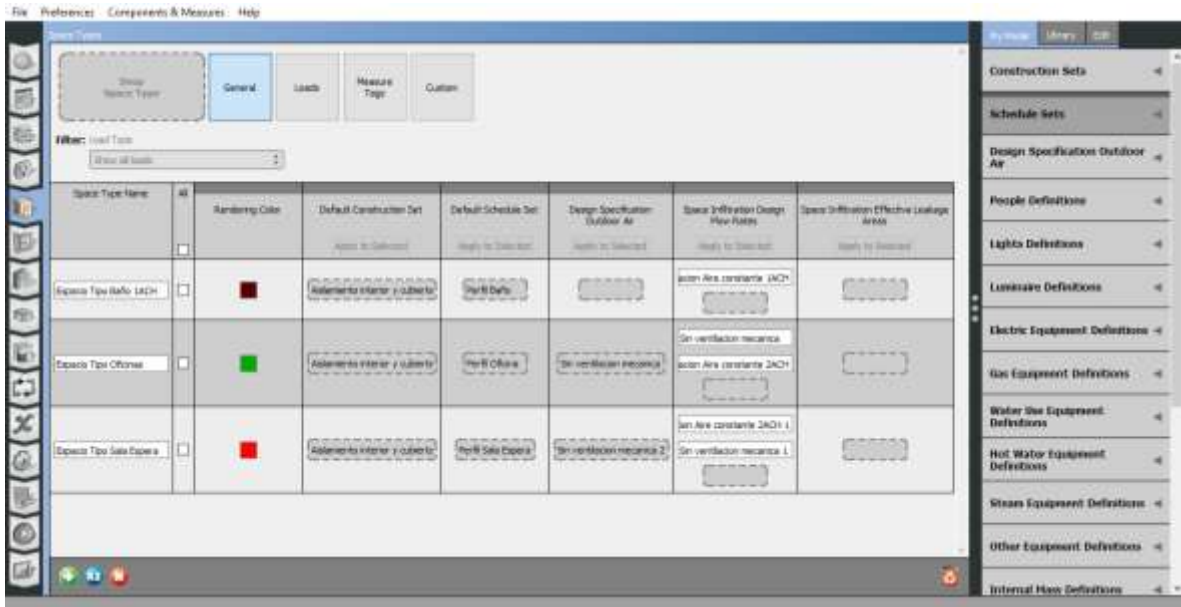


Figura 2.41. Tipos de Espacios que hay en el Edificio.

Se puede observar que cada tipo de espacio en que se dividió el Edificio tiene su propio color, esto lo podemos visualizar dándole en el ícono de **Render By Space Type**, podemos ver que el espacio baño es de un color marrón, el espacio Recepción es de un color y el espacio sala de eventos es de otro color, y así se puede ver los demás espacios con sus distintos colores para identificarlos.

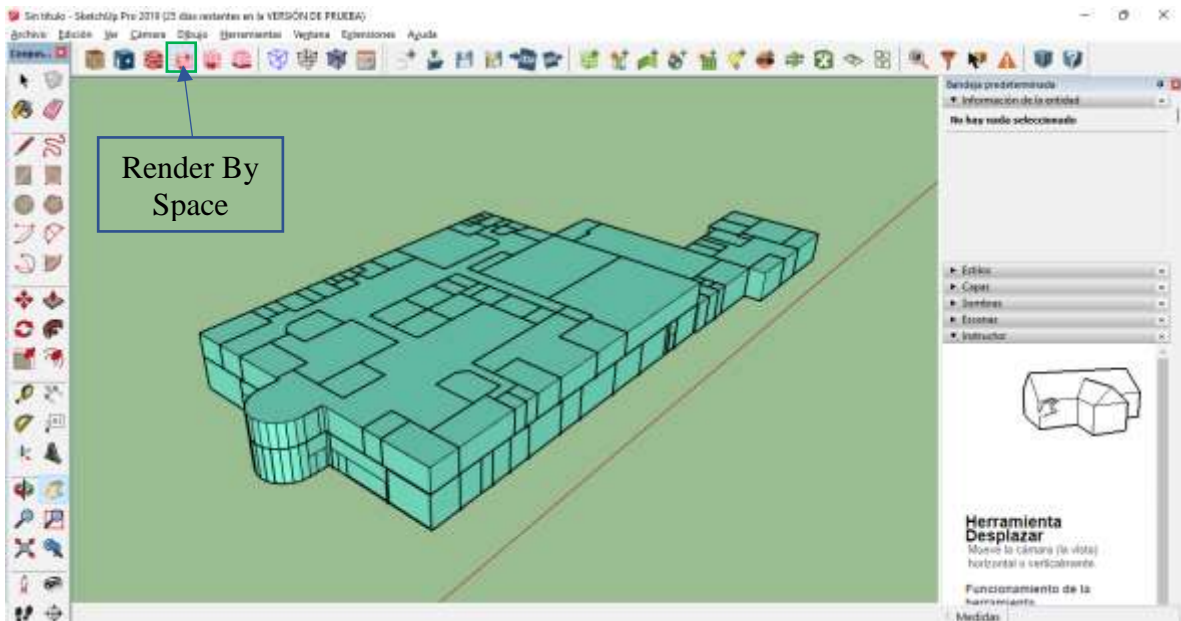


Figura 2.42. Visualización del Edificio de Insaforp por medio del renderizado por Tipo de Espacio.

Geometría (Geometry): Por medio de este, se puede observar la edificación que se ha creado en SketchUp y también se puede editar ahí, pero es más fácil siempre hacerlo desde el Plug-in en SketchUp.

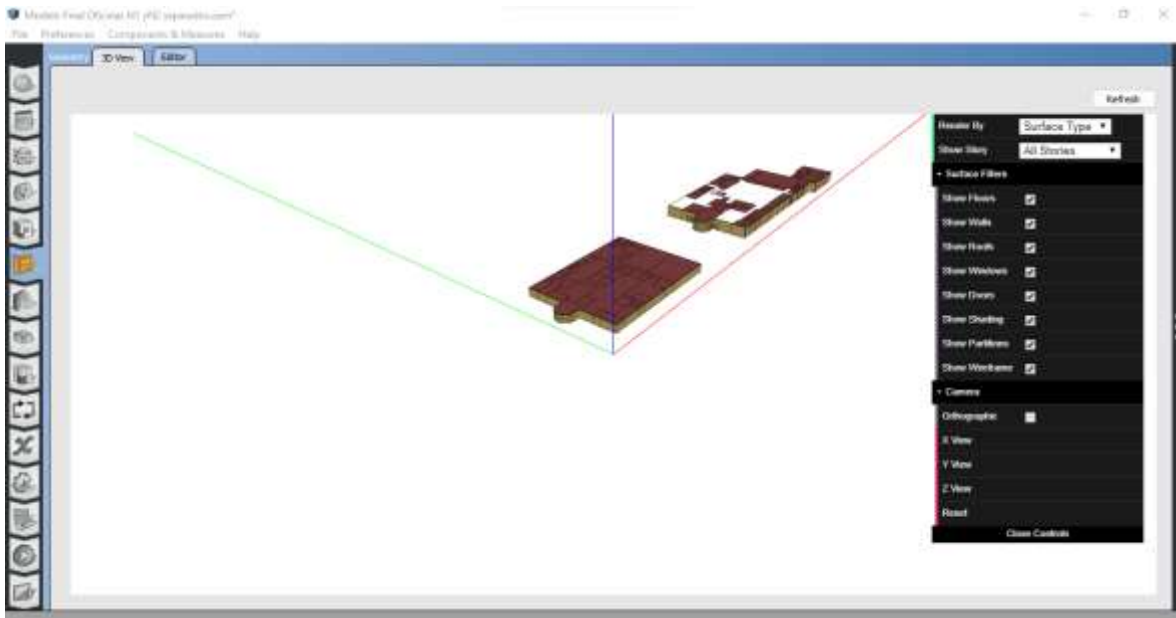


Figura 2.43. Visualización de la geometría del Edificio.

Instalaciones (Facility): Aquí se podrá observar aspectos relacionados al edificio y lo que influya en renderizado de los pisos, si existen sombras hacia el edificio, el equipamiento exterior, etc.

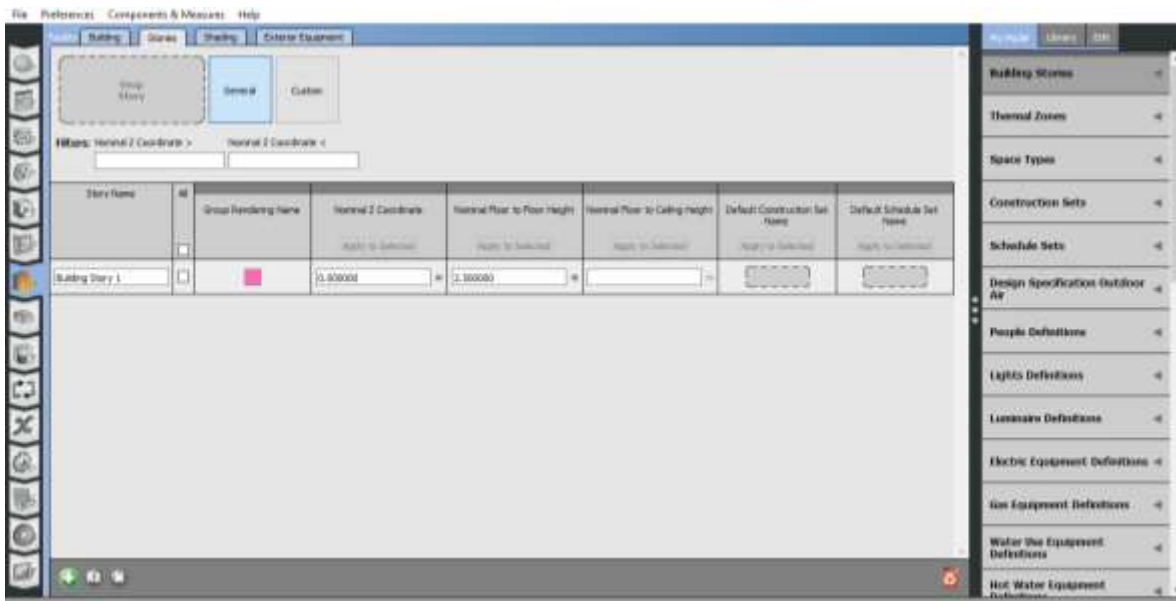


Figura 2.44. Visualización de las instalaciones.

Para visualizar los diferentes colores que tendrá el Edificio por medio de cuantos pisos tenga, en este caso observamos que al momento de darle en el ícono de **Render By Building Story**, aparecerá el primer piso en un solo color, el segundo piso estaría de otro color, y el tercer piso de otro color.

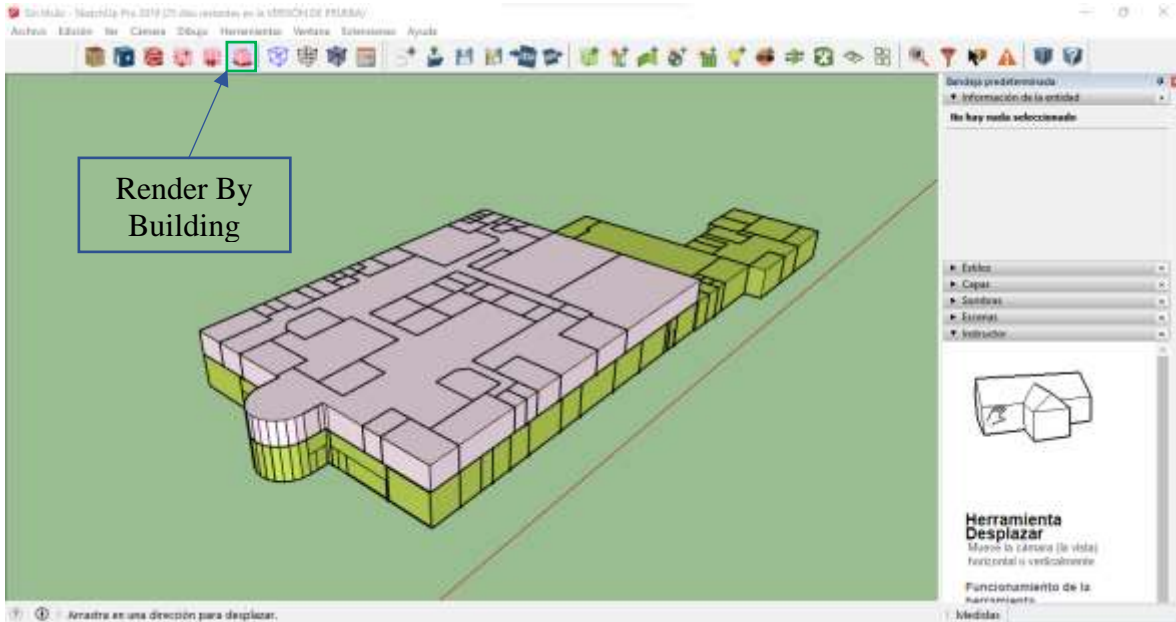


Figura 2.45. Visualización del Edificio por medio del renderizado por piso.

Espacios (Spaces): En los espacios se puede observar e introducir las propiedades del edificio como las cargas, zonas térmicas, tipos de espacio, las superficies y sub-superficies.

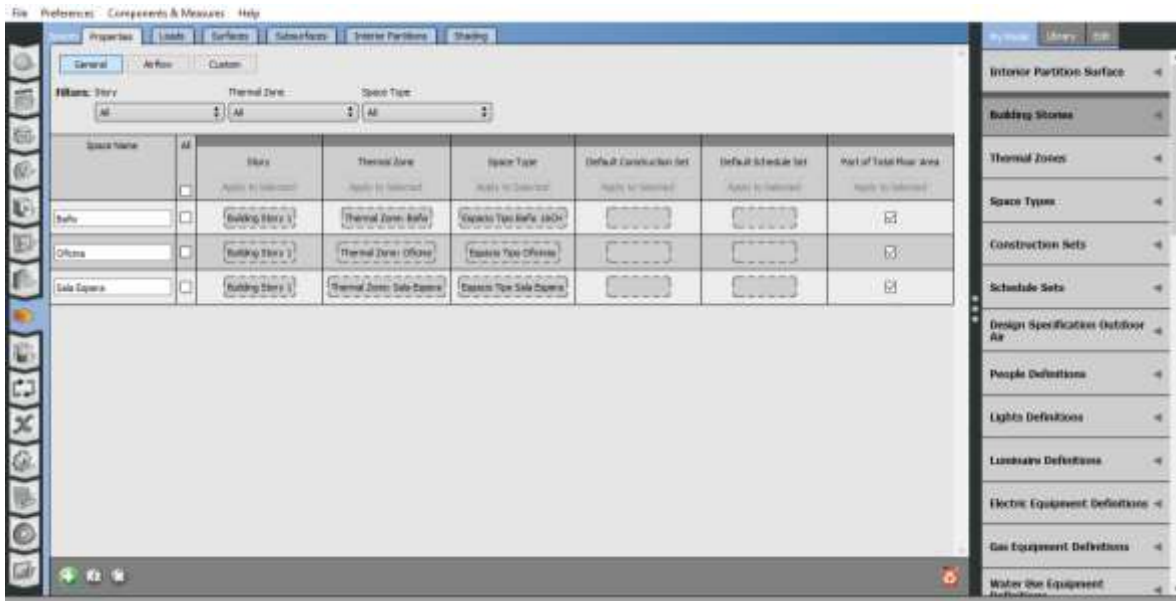


Figura 2.46. Propiedades del edificio.

Zonas Térmicas (Thermal Zones): En esta pestaña se visualizan las zonas térmicas y se puede poner el color que tendrá cada zona y también si la zona estará climatizada o no, para que el programa al momento de hacer el cálculo diferencie entre las zonas.

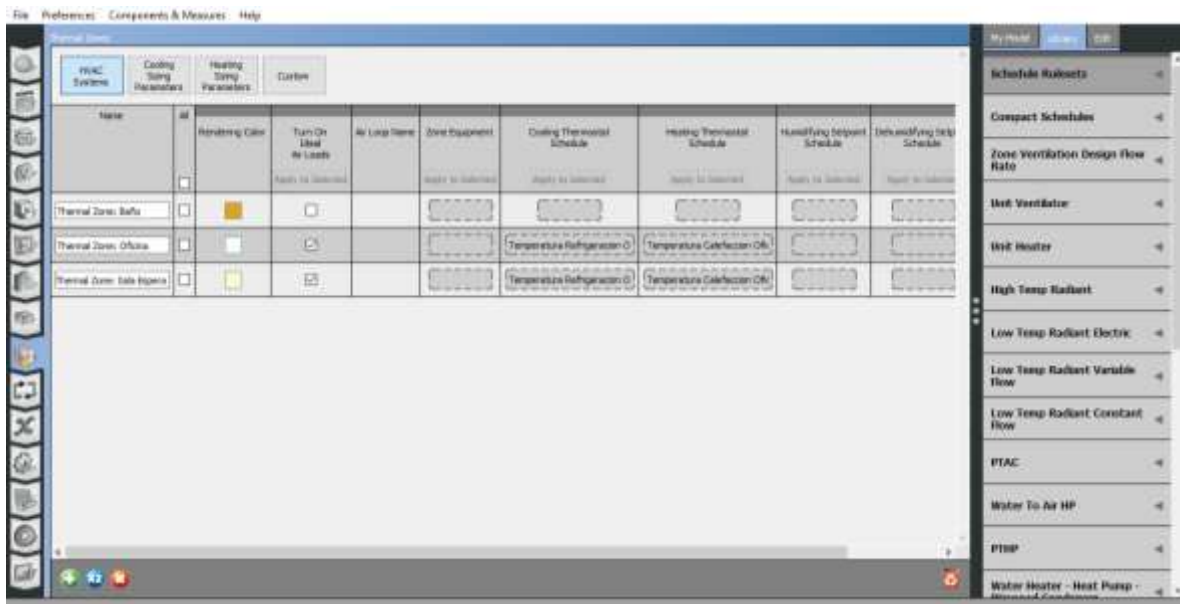


Figura 2.47. Determinación de las zonas térmicas y su respectiva climatización.

Para visualizar los diferentes colores que tendrá el Edificio por medio del tipo de zona térmica, en este caso observamos que al momento de darle en el ícono de **Render By Thermal Zones**, aparecerá el Edificio de un color, la sala de eventos de otro color, los baños de otro color.

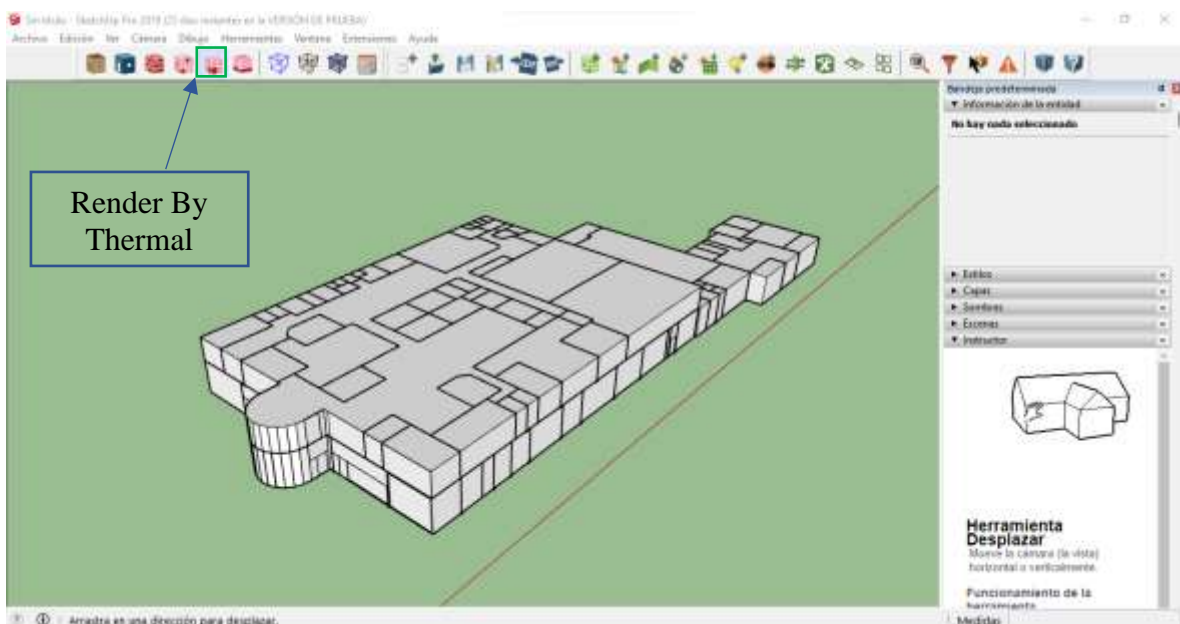


Figura 2.48. Visualización del Edificio por medio del renderizado por zona térmica.

Sistemas HVAC (HVAC Systems): Aquí se añade el sistema HVAC que tendrá o que tiene el edificio que se analizará.

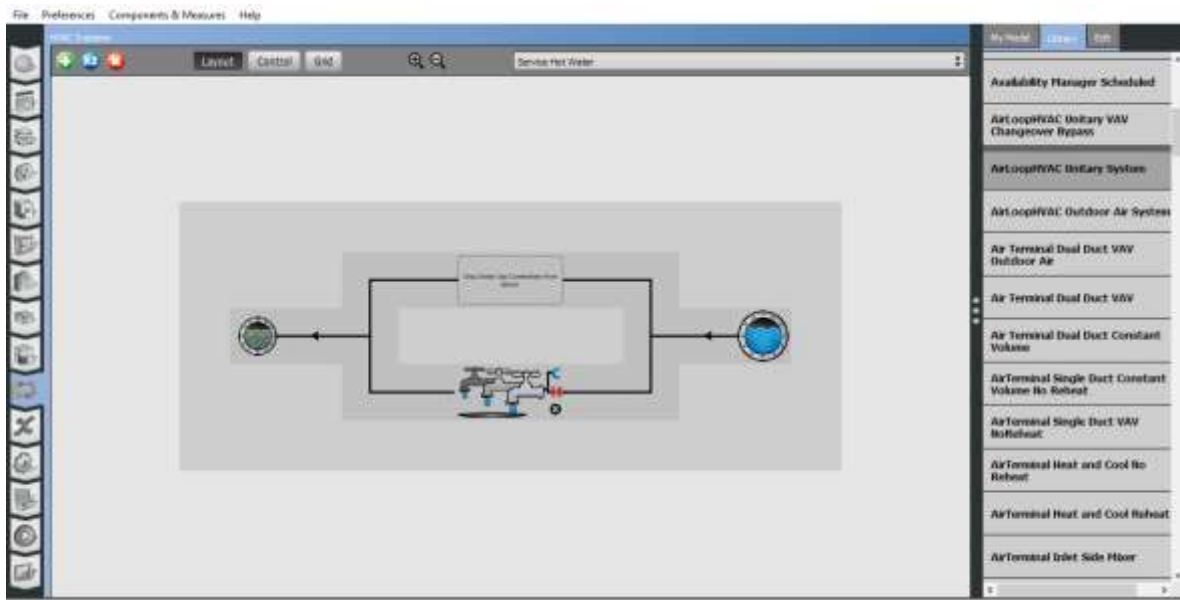


Figura 2.49. Introducción de los sistemas HVAC del Edificio.

Variables de Salida (Output Variables): Sirve para que nosotros determinemos que variables serán las que el programa mostrará en sus resultados al momento de que realice el cálculo.

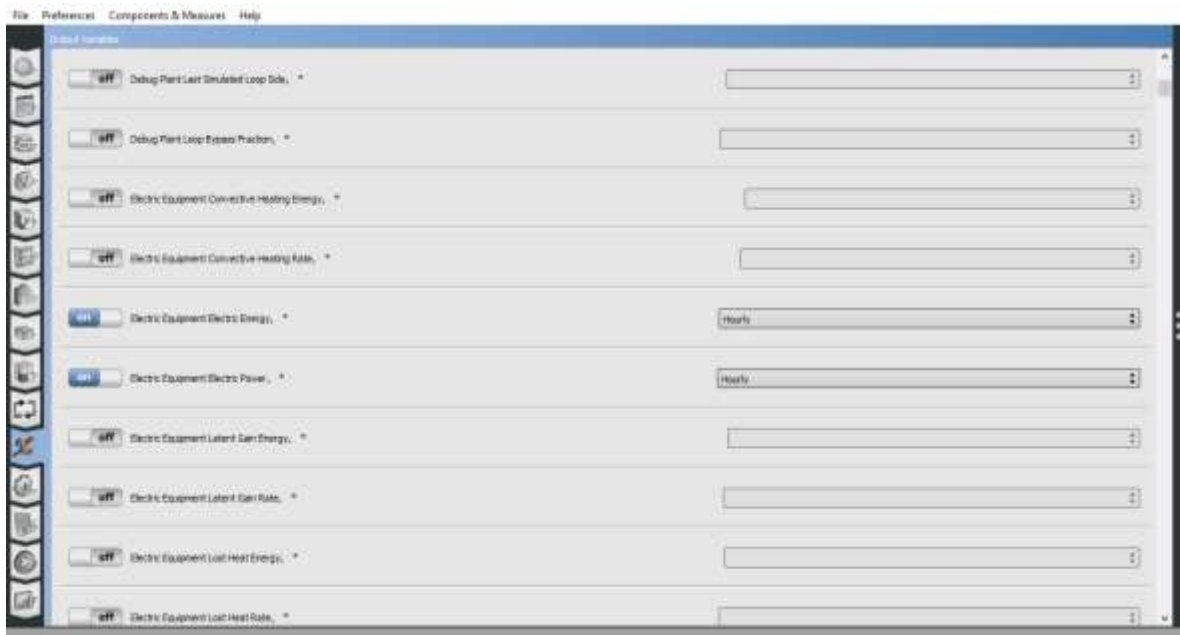


Figura 2.50. Activación y Desactivación de Variables.

Ajuste de Simulación (Simulation Settings): En esta pestaña se pueden ajustar los datos de simulación para que se simulen de acuerdo a como nosotros lo necesitemos.



Figura 2.51. Ajustes para la Simulación.

Medidas (Measures): Sirve para crear las tablas y gráficos de alto nivel extrayendo tanto las entradas del modelo como de los resultados de EnergyPlus.

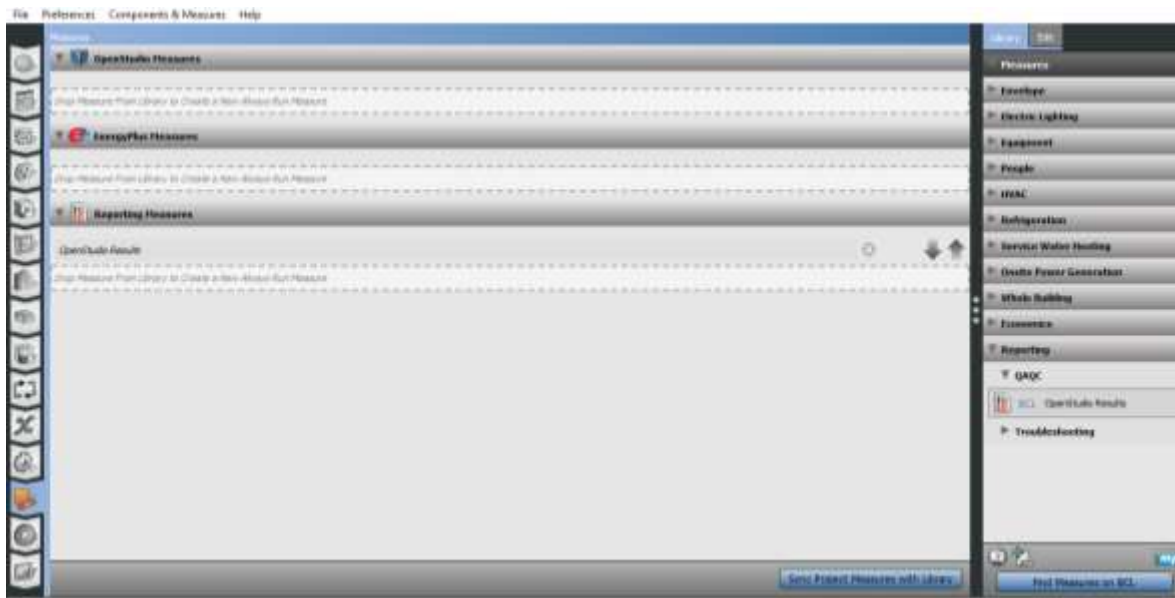


Figura 2.52. Introducción de cómo y dónde se generarán los resultados de la simulación.

Ejecutar la Simulación (Run Simulation): En esta pestaña hacemos la simulación del modelo creado en OpenStudio y simulado por EnergyPlus.

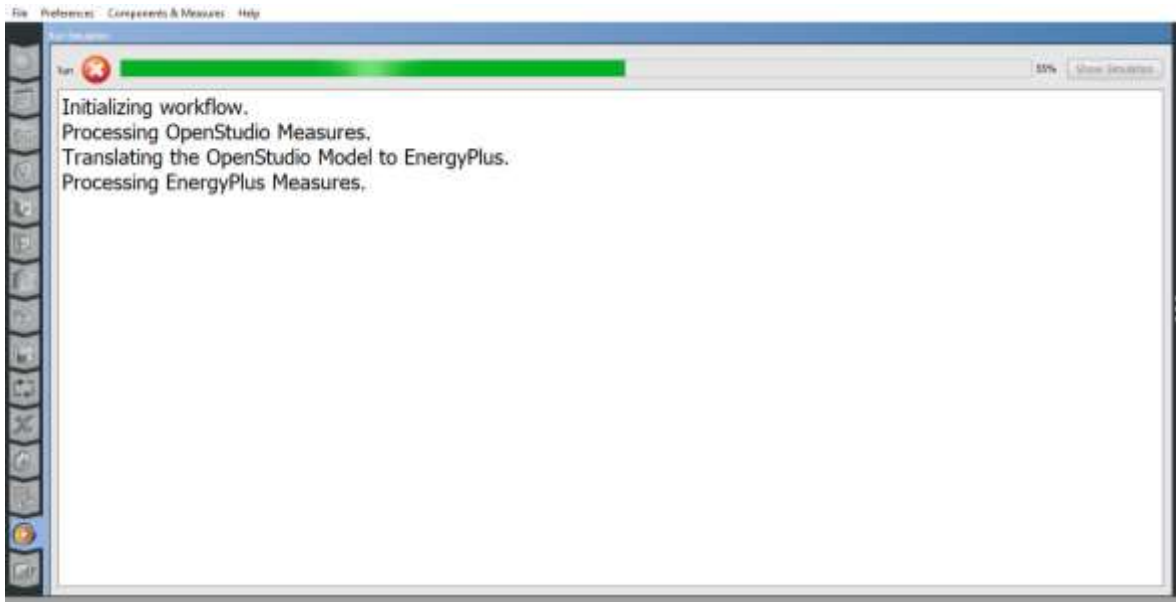


Figura 2.53. Ejecución de la Simulación.

Resumen de Resultados (Results Summary): Aquí se podrán visualizar los resultados de la Simulación mediante tablas y gráficos generados, y ver los reportes de resultados ya sea por OpenStudio o por EnergyPlus.

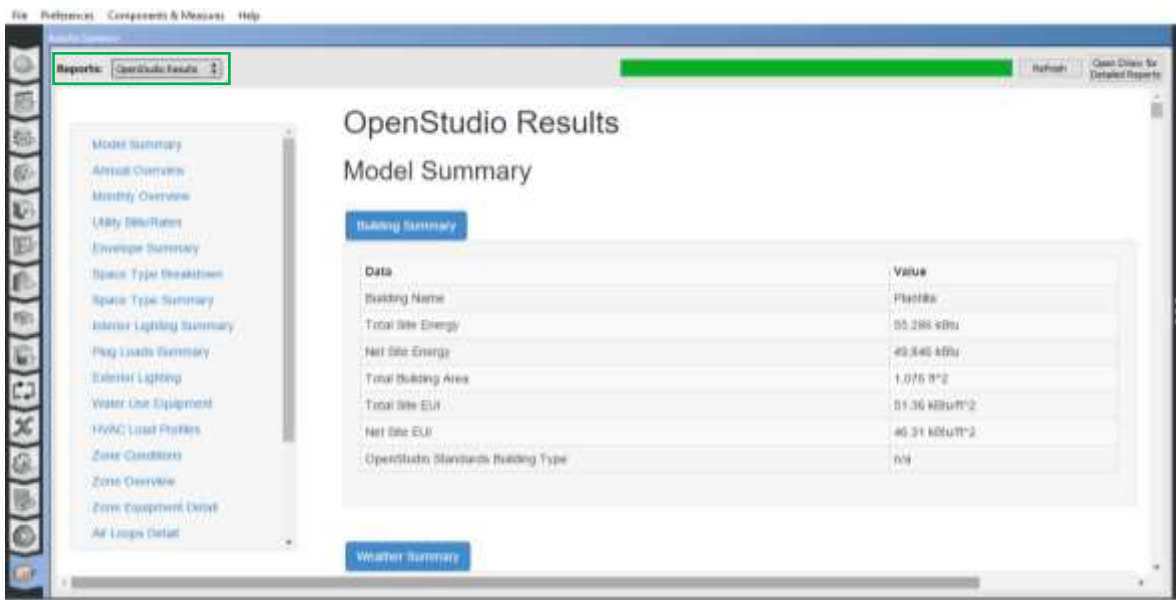


Figura 2.54. Reporte de Resultados de OpenStudio de la Simulación.

Para que se genere el Reporte de Resultados en Open Studio, tenemos que hacer lo que se hizo en la Figura 2.52, si no lo hacemos el programa solo nos generará un Reporte de Resultados de EnergyPlus.

Program Version: EnergyPlus, Version 9.2.0-92131261d, YMD=2020.06.03 19:59
 Tabular Output Report in Format: HTML
 Building: Plantilla
 Environment: CALCULO_ANUAL ** ILOPANGO-S.SALVADOR - SLV SWERA WMO#-786630
 Simulation Timestamp: 2020-06-03 19:59:46

Report: Annual Building Utility Performance Summary
 For: Entire Facility
 Timestamp: 2020-06-03 19:59:46
 Values gathered over 8760.00 hours

Site and Source Energy

	Total Energy [GJ]	Energy Per Total Building Area [MJ/m ²]	Energy Per Conditioned Building Area [MJ/m ²]
Total Site Energy	58.33	583.34	662.88
Net Site Energy	52.59	525.91	597.63
Total Source Energy	124.65	1246.32	1416.27
Net Source Energy	106.44	1064.43	1209.60

Figura 2.55. Reporte de Resultados de EnergyPlus de la Simulación.

CAPÍTULO III. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Implementación de la Metodología en el Edificio del Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP)

Es necesario solicitar toda la información necesaria antes de identificar las instalaciones a las que se aplicará un estudio de EE, esto es debido a que algunas empresas que estén dispuestas a realizarle tal estudio, contienen en sus instalaciones más de un edificio, como es el caso del INSAFORP, en este caso, uno de los edificio no es considerado como crítico en cuanto al consumo energético, ya que es un edificio de parqueo de tres niveles de los cuales, dos niveles son de total parqueo y el tercer nivel es de parqueo y de oficinas, entonces a partir del análisis de estas facturas se eligen a qué edificios se le realizará el estudio, pero en nuestro caso se le realizó el estudio a ambos edificios.

Solicitud de la información del Edificio de INSAFORP

Es importante y necesario que las empresas, organizaciones, instituciones, etc., posean un inventario detallado y ordenado con la información que se presenta a continuación:

- Registro de los materiales utilizados en la construcción del edificio, esto incluye: materiales de las paredes, material y tipo de ventana, puertas, pisos y techos, etc.
- Contener un registro de los equipos eléctricos de oficinas que hace uso el personal del edificio, en este registro debe de incluir tanto equipos salientes como entrantes.
- Es importante, pero carece, el conteo de personal que laboran en el edificio, así también es importante diferenciar cada área por actividad laboral y asignar el número de personas destinadas a esa área.

- Algo importante e imprescindible debido al método de diseño, es el inventario de los equipos de climatización, ya que EnergyPlus requiere de una información estricta de estos equipos.

La carencia de esta información se puede analizar que es debido a la falta de preocupación de ahorro energético en los edificios, pero también está ligado a una política energética pobre a nivel nacional (y también la no presencia de comités energéticos internos y externos) que no instan a los sectores empresariales por un ahorro energético. Sin embargo, a pesar de este déficit, no se pierde en preguntar si tal información está registrada y si se puede proporcionar para tal estudio. Entonces, toda información que se solicitó para el estudio energético en las instalaciones del INSAFORP son los siguientes:

- Planos arquitectónicos del INSAFORP; dentro de estos planos se debe de incluir los planos de las diferentes plantas de los edificios, planos eléctricos, planos de distribución de equipos de climatización, etc.
- Facturación de consumo eléctrico, para nuestro caso se nos proporcionaron facturas del año 2020, para los dos medidores que afectan a la Institución.

Alguna de la información que se solicitó sobre la institución no la poseían por diversos motivos, por lo tanto, se tuvo que buscar información de forma visual.

Identificación de cual Edificio de INSAFORP tiene un consumo crítico de energía

Se parte de criterios basados en la experiencia de los encargados del edificio, a falta de un método o programa que evalúe las condiciones de operación de un edificio, tales criterios son:

- a) Visualización concentrada en el edificio para detectar posibles deficiencias existentes en la infraestructura
- b) Inspección realizada al edificio con la colaboración de los encargados del edificio, aquí se toma en cuenta las lecturas de los documentos solicitados, sobre todo de los planos arquitectónicos de cualquier índole y de las facturas de consumo eléctrico
- c) Experiencia de los encargados del edificio que observan el comportamiento energético del edificio, sobre todo aquellos encargados en el mantenimiento o jefe de planta de la infraestructura y que estén ligados a la contabilidad del consumo energético.

En este caso de estudio, los literales a y b están presentes en el estudio, el literal c no porque no hay alguien en la institución que se haya dedicado con anterioridad a realizar alguna medición del comportamiento energético. El gráfico muestra el comportamiento de consumo anual de los dos edificios, los resultados se basan en simulaciones hechas en la etapa de modelación de la Línea Base. El edificio más crítico es el de las oficinas en comparación al edificio del parqueo, pero como ya se mencionó, se analizarán ambos edificios. Los dos edificios son los que se muestran en la figura.



a) Edificio del Parqueo



b) Edificio de Oficinas



Figura 3.1. a) Edificio de Parqueo y b) Edificio de Oficinas del Insaforp.

Inspección visual del Edificio de INSAFORP

Teniendo en cuenta los dos edificios se procede a la tarea de la inspección de estas instalaciones, el cual consiste en asistir a cada una de las instalaciones de la institución con lo que se pretende lo siguiente:

- Observar y anotar deficiencias en la envolvente del edificio, es decir las características físicas que influyen en la mala operación.
- Observar deficiencias internas del edificio en cuanto a su diseño, operación y todas aquellas variables que dan origen a una operación ineficiente del edificio desde la actitud personal hasta las condiciones físicas.
- Entrevistas con los encargados del edificio para tener claro los objetivos del estudio en cuanto al ahorro de energía que se requiere, inclusive interrogar a los encargados de mantenimiento del edificio ya que ellos pueden dar una perspectiva un poco más realista de la operación del edificio.

Como se mencionó en la etapa de la solicitud de información, hubo ciertas deficiencias en la entrega de documentación, por lo que se tuvo que registrar durante esta etapa de tal forma que vaya de acuerdo a la metodología expuesta, así como:

- Recolección de equipos eléctricos de oficinas y de uso domésticos (cocinas, microondas, refrigeradores, oasis, cafeteras, fotocopiadoras, etc.).
- Cantidad de personal por cada área identificada pero que hacen uso del edificio, es decir personas que laboran en el edificio o aquellas personas que llegan al edificio en horas establecidas a dejar o traer documentos o cualquier otra diligencia.

Condiciones de la fachada de ambos edificios de Insaforp

Se puede apreciar que el edificio tiene un diseño distinto a otro edificio de la zona, lo que se observó se muestra a continuación:

- La colocación de las ventanas hace del edificio un lugar muy caliente debido al material que están hechas y de su posición fija de la mayoría, es decir, no permite el flujo de aire hace el interior del edificio, dado a que la mayoría de las ventanas no son de apertura, esto hace que los aires acondicionados trabajen más para poder llegar a la temperatura adecuada.
- En ciertas zonas del edificio, algunas paredes externas sirven como retención de calor interno, dado que el material de estas paredes no es de aislación térmica, estas por ende aportan transferencia de calor hacia el interior del edificio.

Condiciones internas del edificio

Las condiciones internas se dividen de acuerdo a la utilización de los diferentes rubros de consumo energético que los ocupantes disponen, el edificio de oficinas cuenta en su totalidad del servicio eléctrico en la utilización de iluminación, equipo de oficina y auxiliar y equipos de aire acondicionado, cada uno de estos rubros posee algunas deficiencias observadas durante la visita al edificio, y el edificio del parqueo solo el tercer nivel cuenta en su totalidad con lo mencionado anteriormente, el nivel uno y dos, solo es de luminarias.

Iluminación y Equipos de Oficina actuales en el edificio

Cargas por Iluminación

La energía eléctrica consumida por el sistema de iluminación se convierte finalmente en calor que se suma a las cargas de la zona, o al aire de retorno. En EnergyPlus este calor se divide en cuatro fracciones distintas que son: radiante, visible, convectiva y retorno de aire. La proporción correspondiente a cada una de esas fracciones depende en buena medida del tipo de luminaria empleada y al montaje de esta.

Las luminarias instaladas en el edificio de oficinas en su mayoría son de tipo fluorescente con difusor y unas pocas son de tipo LED, estas se detallan en la tabla 3.1, y su distribución es la obtenida mediante los planos eléctricos de los edificios.

Descripción	Montaje	Potencia total [W]	Fracción radiante	Fracción visible	Fracción retorno de aire
Luminaria fluorescente 1x32W	Empotrada	32	0.37	0.18	0.00
Luminaria fluorescente 3x28W	Empotrada	84	0.37	0.18	0.00
Luminaria fluorescente 3x32W	Empotrada	96	0.37	0.18	0.00
Luminaria fluorescente 3x17W	Empotrada	51	0.37	0.18	0.00
Luminaria fluorescente 2x32W	Empotrada	64	0.37	0.18	0.00
Luminaria fluorescente 3x18W	Empotrada	54	0.37	0.18	0.00
Led 21W	Empotrada	21	0.00	0.20	0.00
Led 35W	Empotrada	35	0.00	0.20	0.00
Luminaria ojo de buey 10W	Empotrada	10	0.00	0.20	0.00
Luminaria ojo de buey 21W	Empotrada	21	0.00	0.20	0.00

Tabla 3.1. Tipos de luminarias utilizadas y fracción de calor empleadas en el programa de simulación.

Cargas por equipos eléctricos

La mayoría de equipos eléctricos representan una carga térmica para el equipo climatizador más cercano en cada recinto. En la tabla se muestran los diferentes equipos eléctricos que se encuentran en el edificio, con sus respectivos valores de fracción de calor por radiación y fracción de calor latente. El criterio que se utiliza para la fracción radiante, es utilizar valores altos para equipos eléctricos con superficies de temperaturas altas, mientras que, si el equipo posee ventilación por fans como computadoras, extractores, laptop, etc., se seleccionan valores bajos.

Cuando se realizó la inspección visual se obtuvieron los datos de placa de los equipos de los valores de potencia y especificaciones técnicas mostradas y en algún caso se realizó la medición de potencia con el equipo en funcionamiento.

Descripción	Potencia [W]	Fracción latente	Fracción radiante
Cafetera	1090	0.58	0.17
Telefono	5	0.00	0.2
Computadora	250	0.00	0.2
Bocina	6	0.00	0.4
Fotocopiadora	1600	0.00	0.2
Laptop	90	0.00	0.2
Motor de elevadores	3500	0.00	0.1
Microondas	1480	0.00	0
Oasis	510	0.58	0.17
Proyector	1780	0.00	0.4
Refrigerador	150	0.00	0.1
Servidor	600	0.00	0.4
Horno Tostador	1050	0.00	0.24
Televisor	67	0.00	0.4
Central telefónica	200	0.00	0.4
Extractor de aire	108	0.00	0.2
Escaner	15	0.00	0.2
Impresora	300	0.00	0.2
Caja cable TV	5	0.00	0.2
Router	5	0.00	0.2
Consola de Audio	360	0.00	0.4
Amplificador	200	0.00	0.4
Consola de micrófono	25	0.00	0.4

Tabla 3.2. Fracción de calor latente y radiante en quipos eléctricos de oficina y de cocina.

Cargas por ocupación y actividad física

En todo el edificio o en un recinto, la ocupación es muy variable, se toma en cuenta tanto el personal laboral, como los visitantes del edificio. El horario de funcionamiento es desde las 8:00 AM hasta las 4:00 PM, de lunes a viernes, a excepción de las fechas que se detallaron anteriormente cuando se habló sobre la introducción de horarios en OpenStudio. La actividad física corresponde a actividad en oficina.

DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD [W/PERSONA]
Actividad de pie con actividad moderada	167
Actividad de oficina	115
Actividad estar sentado en reposo	108
Actividad de caminar 2km/h	198

Tabla 3.3. Tipo de actividad de las personas en distintos recintos del edificio en [W/persona].

Distribución de cargas térmicas en espacios

A continuación, se muestran las tablas con la distribución en cada uno de los espacios del edificio, separando las tablas por nivel de edificio para tener una mayor claridad de lo que se tiene en cada edificio y en cada recinto.

EDIFICIO DE OFICINAS			
NIVEL 1			
RECINTO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Primera Planta Almacén	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	3
Primera Planta Archivo	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Archivos Gerencia Financiera Institucional	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Área de Espera y Recepción	Personal	Actividad de oficina	4
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	21
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
		Oasis	1
Primera Planta Auditorium	Personal	Actividad de oficina	8
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	18
		Luminaria ojo de buey 10W	16
Primera planta baños 1	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera planta baños hombres 2	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera planta baños hombres 3	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera planta baños hombres 4	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera planta baños mujeres 2	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera planta baños mujeres 3	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera planta baños mujeres 4	Personal	Actividad estar sentado en reposo	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Biblioteca	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
Primera Planta Bodega Almacén	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Bodega Auditorium	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Bodega Gerencia Financiera Institucional	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Bodega y Archivos UACI	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Bodega y Archivos Formación Inicial	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Bodega y Archivos Gerencia de Investigación y Estudios de Formación Profesional	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Bodega y Archivos Gerencia Técnica	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1

Primera Planta Centro de Atención a Clientes VU	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	4
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	2
		Televisor	1
Primera Planta Centro de Documentación e Información	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	3
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
Primera Planta Complemento de Almacén	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	7
		Luminaria ojo de buey 10W	1
Primera Planta Kitchenet	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
		Cafetera	3
	Equipo eléctrico	Microondas	3
Primera Planta Coordinador de Atención a Clientes	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
		Teléfono	1
Primera Planta Coordinador de Servicios Generales	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
		Teléfono	1
Primera Planta Coordinador Unidad de Monitoreo y Evaluación	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
		Teléfono	1
		Computadora	1
Primera Planta Pasillo General	Personal	Actividad de oficina	36
		Actividad de caminar 2km/h	10
		Actividad de pie con actividad moderada	4
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	60
		Luminaria Fluorescente 3x17W	2
	Equipo eléctrico	Oasis	3
		Fotocopiadora	4
		Computadora	36
		Teléfono	36
Primera Planta Cuarto de Tableros y Rack de Datos	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta escaleras 2	Personal	Actividad de caminar 2km/h	3
Primera Planta escaleras principales	Personal	Actividad de caminar 2km/h	10
Primera Planta espacio no habitado 1	Personal	Actividad de oficina	1
Primera Planta espacio no habitado 2	Personal	Actividad de oficina	1
Primera Planta espacio no habitado 3	Personal	Actividad de oficina	1
Primera Planta espacio no habitado 4	Personal	Actividad de oficina	1
Primera Planta espacio no habitado 5	Personal	Actividad de oficina	1
Primera Planta Gerente UACI	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
Primera Planta Gerente de Formación Inicial	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Gerente de Investigación y Estudios de Formación Profesional	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
		Teléfono	1

Primera Planta Gerente Financiero Institucional	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
		Teléfono	1
Primera Planta Gerente Técnico	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Oficina del Sindicato	Personal	Actividad de oficina	4
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	3
Primera Planta pasillo 2	Personal	Actividad de caminar 2km/h	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta pasillo agregado	Personal	Actividad de caminar 2km/h	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Sala de Reuniones 1	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Sala de Reuniones 2	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Sala de Reuniones 3	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Sala de Reuniones 4	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Sala de Visitantes 1	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Sala de Visitantes 2	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Primera Planta Sala de Visitantes 3	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Primera Planta Vestibulo del Auditorium	Personal	Actividad de caminar 2km/h	10
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	5

Tabla 3.4. Distribución de los espacios del nivel 1 del edificio de oficinas.

NIVEL 2			
RECINTO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Segunda Planta Archivos	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Archivos RRHH	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Segunda Planta Archivos Comunicación Institucional	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Archivos Gerencia Legal	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Área de Usos Múltiples	Personal	Actividad de oficina	8
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	7
	Equipo eléctrico	Oasis	1
Segunda Planta Aseo	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda Planta Auditor Interno	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
Segunda Planta Auditoria Interna	Personal	Actividad de oficina	8
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	8
	Equipo eléctrico	Teléfono	8
		Computadora	8
Segunda Planta Aula Elearning	Personal	Actividad de oficina	18
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	13
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	12
	Equipo eléctrico	Computadora	18

Segunda planta baños hombres 1	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños hombres 2	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños hombres 3	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños hombres 4	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños mujeres 1	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños mujeres 2	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños mujeres 3	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda planta baños mujeres 4	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria ojo de buey 10W	1
Segunda Planta Bodega UTI	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Bodega Formación Continua	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Bodega y Archivos 1	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Segunda Planta Bodega y Archivos 2	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Segunda Planta Cabina	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Cafetería	Personal	Actividad de oficina	8
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	13
Segunda Planta Coordinador de Atención a Distancia	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
		Teléfono	1
Segunda Planta Coordinador de Planificación Estratégica	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
	Equipo eléctrico	Computadora	1
Segunda Planta Pasillo General	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	6
		Actividad de oficina	20
		Actividad de pie con actividad moderada	4
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	46
	Equipo eléctrico	Computadora	20
		Oasis	1
		Teléfono	20
		Fotocopiadora	4
Segunda Planta Cuarto de Servidores	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
	Equipo eléctrico	Servidor	7
Segunda Planta escaleras	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
Segunda Planta escaleras principales	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
Segunda Planta espacio no habitado 2	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
Segunda Planta Gerencia de formación continua	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
Segunda Planta Gerencia de Comunicación Institucional	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
		Televisor	1
		Teléfono	1
Segunda Planta Gerente UTI	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1

Segunda Planta Gerente de RRHH	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Computadora	1
Segunda Planta Gerente Legal	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
		Computadora	1
Segunda Planta Kitchenet 1	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
		Cocina	1
		Refrigerador	1
Segunda Planta Kitchenet 2	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
		Cafetera	1
		Microondas	1
Segunda Planta Kitchenet 3	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
		Cafetera	1
		Microondas	1
Segunda Planta Planta Telefónica	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
	Equipo eléctrico	Central Telefónica	1
Segunda Planta Sala de Reuniones 1	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
		Ojo de buey 10W	1
Segunda Planta Sala de Reuniones 2	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
		Ojo de buey 10W	1
Segunda Planta Sala de Reuniones 3	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Ojo de buey 10W	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
Segunda Planta Unidad de Tecnología de la Información	Personal	Actividad de oficina	8
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	9
	Equipo eléctrico	Teléfono	8
		Computadora	8

Tabla 3.5. Distribución de los espacios del nivel 2 del edificio de oficinas.

EDIFICIO DE ESTACIONAMIENTO				
NIVEL 3	RECINTO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Primera planta elevador	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
	Iluminación	Luminaria LED 17W		2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W		2
	Equipo eléctrico	Motor de elevadores		1
Primera planta escaleras 1	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
Primera planta escaleras 2	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
Primera planta estacionamiento 1	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 2x32W		15
Primera planta estacionamiento 2	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 2x32W		36
Segunda planta elevador	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
	Iluminación	Luminaria LED 17W		2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W		4
	Equipo eléctrico	Motor de elevadores		1
Segunda planta escaleras 1	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5
Segunda planta escaleras 2	Personal	Actividad de caminar 2 km/h		5

Segunda planta estacionamiento 1	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 2x32W	15
Segunda planta estacionamiento 2	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 2x32W	26
	Iluminación	Luminaria Exterior 2x26	2
Tercera Planta Archivos de Alta Densidad	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	4
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Archivos Livianos y Bodega de Papelería	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	4
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Aseo	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W	1
	Equipo eléctrico	Extractor de aire 108W/50CFM	1
Tercera planta baños	Personal	Actividad estar sentado en reposo	6
	Iluminación	Ojos de Buey LED 10W	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W	12
	Equipo eléctrico	Extractor de aire 108W/50CFM	6
	Equipo eléctrico	Bocina	2
Tercera planta baños dirección	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria LED 21W	1
Tercera planta baños presidencia	Personal	Actividad estar sentado en reposo	1
	Iluminación	Luminaria LED 21W	1
	Equipo eléctrico	Extractor de aire 108W/50CFM	1
Tercera planta bodega 1	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
Tercera planta bodega 2	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
Tercera Planta Cuarto Eléctrico	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera planta cuarto presidencia	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria LED 21W	1
Tercera Planta Dirección Ejecutiva	Personal	Actividad de oficina	4
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x28W	4
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	1
	Equipo eléctrico	Computadora	1
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
	Equipo eléctrico	Escaner	1
	Equipo eléctrico	Impresora	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera planta elevador	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W	4
	Iluminación	Luminaria LED 17W	3
	Equipo eléctrico	Motor de elevadores	1
Tercera Planta Escaleras 1	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 1x32W	2
Tercera Planta escaleras 2	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
Tercera Planta estacionamiento	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	5
	Iluminación	Luminaria Exterior 2x26	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 2x32W	20
Tercera Planta Impresión y Copias	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W	2
	Equipo eléctrico	Fotocopiadora	3
Tercera Planta Kitchenet	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x17W	4
	Equipo eléctrico	Refrigerador	1
	Equipo eléctrico	Microondas	1
	Equipo eléctrico	Cafetera	1
	Equipo eléctrico	Oasis	1
	Equipo eléctrico	Horno Tostador	1
	Equipo eléctrico	cocina	1

Tercera Planta Oficina Consultor 1	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Laptop	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Ofidna Consultor 2	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	4
	Equipo eléctrico	Laptop	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta pasillo dirección subdirección	Personal	Actividad de oficina	1
	Iluminación	Luminaria LED 21W	1
Tercera Planta Presidencia	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x28W	4
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	2
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
	Equipo eléctrico	Televisor	1
	Equipo eléctrico	Laptop	1
	Equipo eléctrico	Caja cable TV	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta rampa	Personal	Actividad de caminar 2 km/h	13
Tercera Planta Recepción y pasillo	Personal	Actividad de oficina	3
	Iluminación	Luminaria Salida 50W	3
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 1x32W	35
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	4
	Equipo eléctrico	Computadora	3
	Equipo eléctrico	Bocina	10
Tercera Planta Sala de Reuniones 1	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Equipo eléctrico	Bocina	1
	Equipo eléctrico	Proyector	1
	Equipo eléctrico	Telefono	1
Tercera Planta Sala de Reuniones Consejo Directivo	Personal	Actividad de oficina	16
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	10
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	12
	Equipo eléctrico	Router	1
	Equipo eléctrico	Proyector	1
	Equipo eléctrico	Consola de audio	1
	Equipo eléctrico	Amplificador	1
	Equipo eléctrico	Laptop	8
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
	Equipo eléctrico	Consola de micrófonos	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Sala de Reuniones Dirección	Personal	Actividad de oficina	4
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	2
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	4
	Equipo eléctrico	Proyector	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Sala de Reuniones Presidencia	Personal	Actividad de oficina	7
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	4
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	6
	Equipo eléctrico	Proyector	1
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Subdirección Ejecutiva	Personal	Actividad de oficina	2
	Iluminación	Luminaria Led 21W/4000k	2
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x28W	4
	Equipo eléctrico	Computadora	1
	Equipo eléctrico	Escaner	1
	Equipo eléctrico	Impresora	1
	Equipo eléctrico	Teléfono	1
	Equipo eléctrico	Bocina	1
Tercera Planta Telefonía y Datos	Personal	Actividad de pie con actividad moderada	1
	Iluminación	Luminaria Fluorescente 3x32W	1
	Equipo eléctrico	Central Telefónica	1

Tabla 3.6. Distribución de los espacios del nivel 3 del edificio de estacionamiento.

Por medio de los planos y los recorridos visuales hechos en todo el edificio, se determinaron algunas deficiencias durante el recorrido:

- Algunas áreas no están siendo utilizadas en su totalidad y algunas distribuciones de luminarias está deficiente en cuanto al alcance de iluminación para ciertas áreas o escritorios.
- Otro factor que es importante es de no considerar en ciertas áreas la luz natural.
- Los equipos de oficina y demás, se observaron que cierta parte del personal deja activos los equipos de oficinas mientras no se encuentran en su área de trabajo durante un considerable periodo de tiempo, esta deficiencia se debe más a la conciencia sobre el ahorro de energía, el cual posee un porcentaje significativo en el ahorro tanto de consumo como de costo eléctrico.

Equipos de Aire Acondicionado del edificio

Gran mayor parte del consumo elevado de energía en el edificio se debe a los equipos de aire acondicionado, por diseño del edificio, en la mayoría de recintos es necesario tener aire acondicionado; pero el problema radica cuando los profesionales en instalar los aires acondicionados no tienen una metodología eficiente para el adecuado dimensionamiento de los aires y realizan cálculos basados en métodos empíricos tanto para el cálculo del dimensionamiento del aire como para el cálculo del tipo de protección y el calibre del conductor eléctrico.

A continuación, se muestran los aires acondicionados instalados actualmente en los diferentes recintos del edificio:

Edificio de estacionamiento Nivel 3					
Zona térmica	HVAC	Capacidad nominal [BTU/h]	Temperatura fijada [°C]	EER [W/W]	Flujo de aire [m ³ /s]
Thermal Zone EN3 Corredor principal	N3-4	60,000	22	4.70	1.7134
Thermal Zone EN3 Dirección ejecutiva	N3-10	12,000	23	1.48	0.1299
Thermal Zone EN3 Kitchenet	N3-2	9,000	23	0.79	0.0908
Thermal Zone EN3 Oficina consultor temporal 1	N3-14	9,000	23	1.28	0.0973
Thermal Zone EN3 Oficina consultor temporal 2	N3-6	12,000	23	1.48	0.1299
Thermal Zone EN3 Presidencia	N3-11	12,000	23	1.48	0.1299
Thermal Zone EN3 Recepción	N3-8	36,000	23	1.43	0.2728
Thermal Zone EN3 Sala de reuniones	N3-5	9,000	23	0.98	0.0899
Thermal Zone EN3 Sala de reuniones consejo directivo	N3-1	48,000	22	1.64	0.6783
	N3-7	48,000	22	2.26	0.8184
Thermal Zone EN3 Sala de reuniones dirección	N3-3	18,000	23	1.44	0.1155
Thermal Zone EN3 Sala de reuniones presidencia	N3-12	18,000	23	1.00	0.1025
	N3-13	18,000	23	1.20	0.0951
Thermal Zone EN3 Subdirección ejecutiva	N3-9	12,000	23	1.48	0.1299

Tabla 3.7. Distribución de aires acondicionados por recinto del nivel 3 del edificio del estacionamiento.

Edificio principal					
Nivel 1					
Zona térmica	HVAC	Capacidad nominal (BTU/h)	Temperatura fijada (°C)	EER (W/W)	Flujo de aire (m ³ /s)
Thermal Zone P1 Área de espera y recepción	N1-8	48,000	22	2.75	0.6333
	N1-25	60,000	20	1.94	0.3129
	N1-26	60,000	20	2.17	0.3077
Thermal Zone P1 Auditorium	N1-28	60,000	20	2.41	0.3240
	N1-29	60,000	20	1.94	0.3129
	N1-30	60,000	20	2.41	0.3240
	N1-31	60,000	20	2.17	0.3077
Thermal Zone P1 Biblioteca	N1-37	18,000	23	4.16	0.1335
Thermal Zone P1 Centro de atención a clientes VU	N1-3	60,000	22	1.07	0.4124
Thermal Zone P1 Centro de documentación e información	N1-35	24,000	23	3.91	0.2023
Thermal Zone P1 Consultorios de Dra.	N1-CL2	12,000	23	2.00	0.1471
Thermal Zone P1 Coordinador de atención a clientes	N1-5	12,000	23	1.73	0.1425
Thermal Zone P1 Coordinador de servicios generales	N1-24	12,000	23	0.97	0.1265
Thermal Zone P1 Coordinador unidad de monitoreo y evaluación	N1-34	18,000	23	2.19	0.1791
Thermal Zone P1 Corredor principal	N1-18	60,000	20	1.42	0.2306
	N1-19	60,000	20	0.75	0.2511
	N1-22	60,000	20	1.78	0.3138
	N1-23	60,000	20	1.64	0.2888
	N1-2	60,000	20	1.15	0.3637
	N1-9	60,000	20	3.71	0.4944
Thermal Zone P1 Gerente UAD	N1-4	60,000	20	2.00	0.2649
	N1-7	12,000	23	2.54	0.1435
Thermal Zone P1 Gerente de invest. y estudios de form. profesional	N1-20	12,000	21	4.31	0.1378
Thermal Zone P1 Gerente financiero institucional	N1-6	12,000	23	4.03	0.1430
Thermal Zone P1 Gerente técnico	N1-21	12,000	23	3.86	0.0902
Thermal Zone P1 Oficina del sindicato	N1-36	18,000	23	2.07	0.1259
Thermal Zone P1 Recepción ISSS	N1-CL1	24,000	23	0.99	0.1345
Thermal Zone P1 Sala de reuniones A	N1-11	18,000	23	2.50	0.1209
Thermal Zone P1 Sala de reuniones C	N1-16	18,000	23	4.90	0.1783
Thermal Zone P1 Sala de reuniones D	N1-17	12,000	23	2.49	0.1579
Thermal Zone P1 Sala de visitantes A	N1-12	12,000	23	1.69	0.1440
Thermal Zone P1 Sala de visitantes B	N1-13	12,000	23	3.31	0.1522
Thermal Zone P1 Sala de visitantes C	N1-1	18,000	23	4.78	0.2049
Thermal Zone P1 Vestibulo del auditorium	N1-32	24,000	23	2.24	0.1826
	N1-33	24,000	23	2.11	0.1911

Tabla 3.8. Distribución de aires acondicionados por recintos del nivel 1 del edificio de oficinas.

Edificio principal					
Nivel 2					
Zona térmica	HVAC	Capacidad nominal (BTU/h)	Temperatura fijada (°C)	EER (W/W)	Flujo de aire (m ³ /s)
Thermal Zone P2 Área de usos múltiples	N2-6	60,000	23	2.40	0.4814
Thermal Zone P2 Auditor interno	N2-2	18,000	23	5.90	0.3009
Thermal Zone P2 Auditoria interna	N2-7	36,000	23	2.30	0.2109
Thermal Zone P2 Aula E Learning	N2-14	48,000	20	4.34	0.2049
	N2-15	48,000	20	3.78	0.2563
Thermal Zone P2 Cafetería	N2-23	60,000	20	1.78	0.3138
	N2-24	60,000	20	1.64	0.2888
Thermal Zone P2 Coordinador de atención a distancia	N2-11	18,000	23	2.82	0.1620
Thermal Zone P2 Coordinador de planificación estratégica	N2-12	18,000	23	4.30	0.2031
Thermal Zone P2 Corredor principal	N2-3	18,000	20	4.12	0.1903
	N2-5	60,000	20	1.33	0.2486
	N2-10	18,000	20	3.56	0.2083
	N2-16	48,000	20	0.49	0.2649
	N2-17	36,000	20	1.29	0.1749
N2-18	36,000	20	1.50	0.1791	
Thermal Zone P2 Cuarto de servidores	N2-27AB	36,000	20	1.78	0.5670
Thermal Zone P2 Estudio audiovisual	N2-26	18,000	19	4.86	0.1989
Thermal Zone P2 Gerencia de comunicación institucional	N2-13	18,000	23	4.34	0.2049
Thermal Zone P2 Gerencia de formación continua	N2-8	18,000	22	5.62	0.1997
Thermal Zone P2 Gerente UTI	N2-21	18,000	23	4.96	0.1783
Thermal Zone P2 Gerente de RRHH	N2-20	18,000	23	2.35	0.1646
Thermal Zone P2 Gerente legal	N2-19	18,000	23	2.33	0.1188
Thermal Zone P2 Sala de reuniones A	N2-9	12,000	23	4.12	0.1039
Thermal Zone P2 Sala de reuniones B	N2-4	18,000	23	2.59	0.2074
Thermal Zone P2 Sala de reuniones C	N2-1	12,000	23	5.20	0.1533
Thermal Zone P2 Unidad de tecnología de la información	N2-22	36,000	23	2.49	0.1731

Tabla 3.9. Distribución de aires acondicionados por recintos del nivel 2 del edificio de oficinas.

Las deficiencias expuestas anteriormente son comunes entre todos los edificios, es de notar la falta de medidas, metodologías y sobre todo del conocimiento de EE de los profesionales que participaron en la construcción, iluminación, climatización para el edificio. Existe una deficiencia difícil de predecir en cuanto afecta al consumo energético del edificio y es los hábitos en cuanto al uso de la energía por parte de los operarios de los edificios. Esta deficiencia es común en todos los edificios y cubre todos los aspectos mencionados en las deficiencias mencionadas arriba para el edificio, es decir, afecta tanto en la operación de iluminación, equipos de oficina y equipos de aire acondicionado, su porcentaje de afectación al consumo de los edificios es variable debido a que no se tiene un control exacto de esta deficiencia, sin embargo, este porcentaje es el que se puede disminuir si consideramos adoptar los adecuados hábitos energéticos.

Modelo Base de Consumo de Energía del Edificio de INSAFORP

El objetivo de esta etapa es estimar el comportamiento real del edificio a base de simulaciones por medio de programas informáticos de análisis térmico y eléctrico. La información registrada en etapas anteriores son pilar para esta etapa y la siguiente para la creación del modelo del edificio, tales modelos creados en EnergyPlus se presentan en la figura 3.2. Los resultados presentados aquí son sencillos que consta de gráficos y tablas describiendo la demanda de los edificios en su totalidad y que elementos contribuyen a que se genere esta demanda.

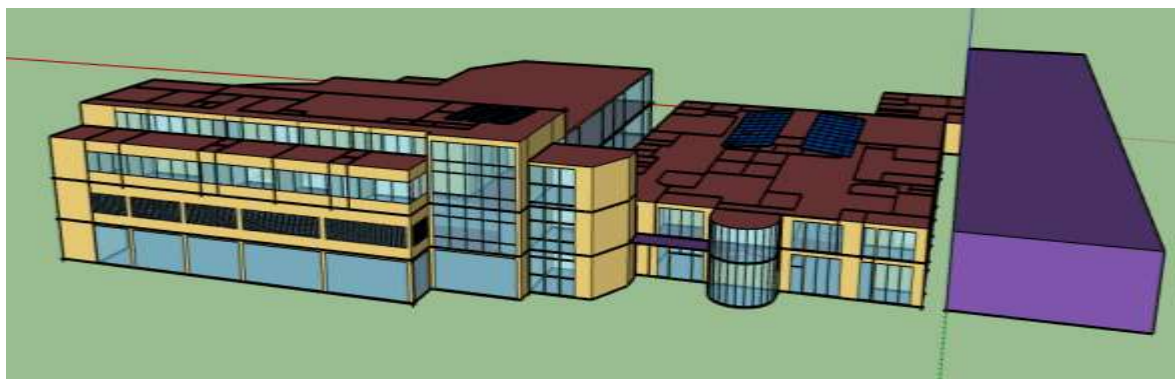


Figura 3.2. Distribución del Edificio de Estacionamiento y del Edificio de Oficinas del Insaforp.

Modelo de línea base del edificio del estacionamiento

Consumo de Energía

La tabla 3.10 muestra los resultados obtenidos de la simulación del consumo eléctrico del edificio del estacionamiento de Insaforp, para los distintos meses del año 2020. También se muestran los gráficos 3.1 y 3.2 que corresponden al consumo eléctrico mensual y consumo eléctrico anual por rubro, generados mediante los valores de la tabla que se obtuvieron de la simulación del edificio.

CONSUMO ELÉCTRICO MENSUAL SIMULADO [kWh]				
	INTERIOR LIGHTS [kWh]	INTERIOR EQUIPMENT [kWh]	COOLING [kWh]	FAN [kWh]
Enero	1421.72	1031.95	1703.89	108.6
Febrero	1354.02	973.7	1717.82	108.66
Marzo	1557.12	1111.9	2233.39	140.75
Abril	1015.51	784.65	1517.23	96.31
Mayo	1421.72	1031.05	2106.14	134.7
Junio	1489.42	1065.83	1916.03	123.2
Julio	1421.72	1032.85	1855.58	118.44
Agosto	1150.91	869.33	1388.26	87.93
Septiembre	1354.02	985.88	1444.48	91.43
Octubre	1489.42	1072.38	1735.71	110.29
Noviembre	1421.72	1025.4	1615.41	102.54
Diciembre	1421.72	1032.85	1560.08	98.72
Total	16519.02	12017.77	20794.02	1321.57

Tabla 3.10. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

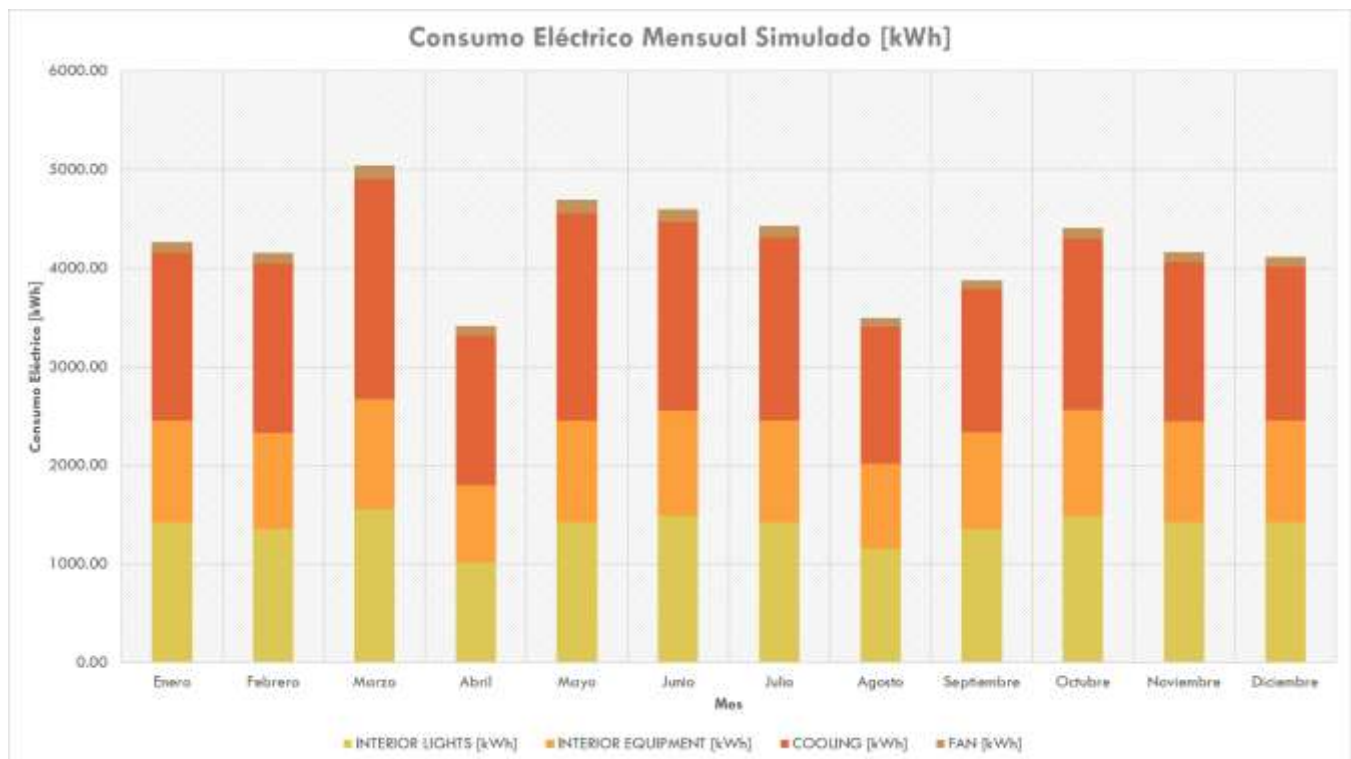


Gráfico 3.1. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

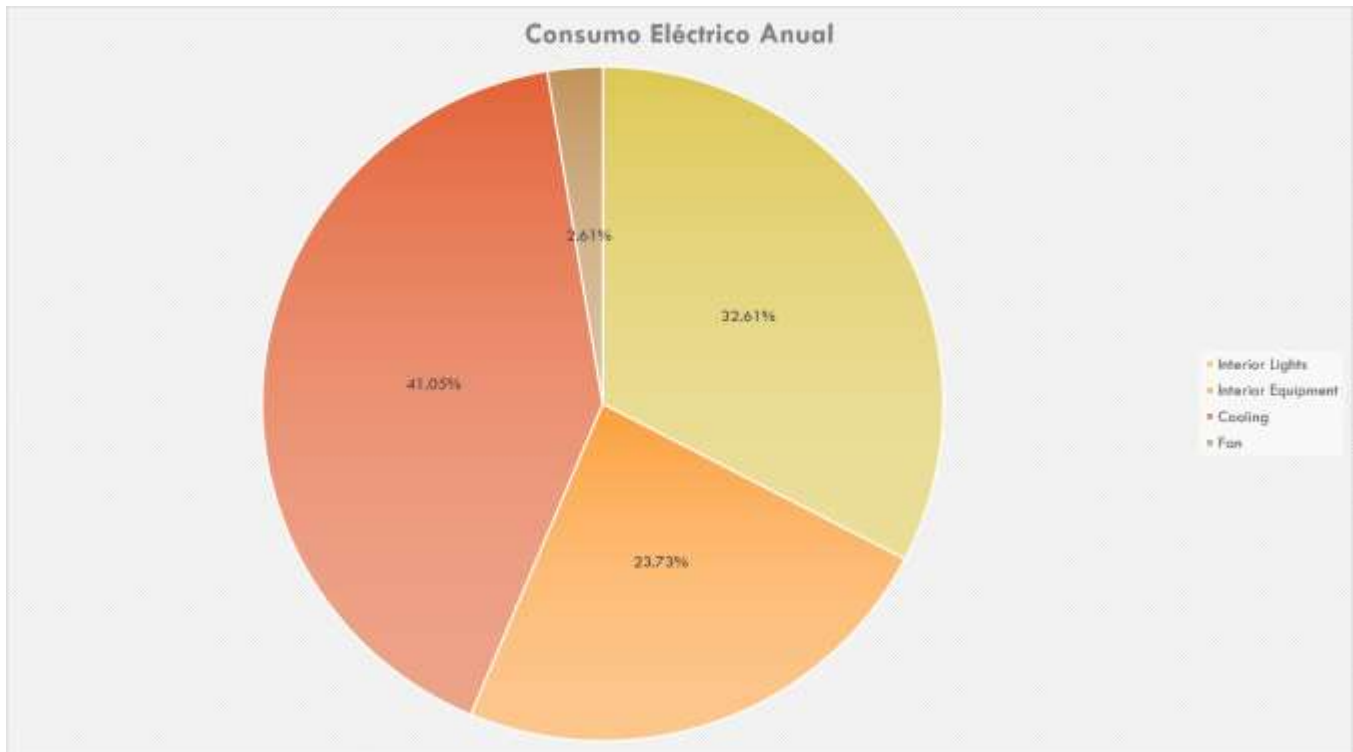


Gráfico 3.2. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio del estacionamiento.

Con estos resultados de simulación se hacen las observaciones siguientes respecto al edificio del estacionamiento:

- Los meses de abril y agosto son los meses con menor consumo eléctrico en el año, debido a que en estos meses generalmente existe un periodo largo de vacación de los trabajadores.
- Tanto los equipos de aire acondicionado como los Fan, tienen un consumo anual del 43.66% de todo el edificio del estacionamiento, el rubro que le sigue es el de luminarias con un consumo anual de 32.61% y por último el rubro del equipo eléctrico teniendo como consumo el 23.73%.

Modelo de línea base del edificio de oficinas

Consumo de Energía

De la manera en cómo obtuvimos los resultados y gráficos anteriormente, es la forma en la que obtenemos los resultados para el edificio de Oficinas para los meses del año 2020.

CONSUMO ELÉCTRICO MENSUAL SIMULADO				
	INTERIOR LIGHTS [kWh]	INTERIOR EQUIPMENT [kWh]	COOLING [kWh]	FAN [kWh]
Enero	3345.72	7360.51	7298.41	246.57
Febrero	3186.39	6833.36	7139.99	244.28
Marzo	3345.72	7362.34	8573.66	303.75
Abril	2708.43	6529.62	7092.77	246.12
Mayo	3345.72	7361.53	7875.94	271.47
Junio	3186.39	7066.57	6602.91	213.45
Julio	3664.39	7717.9	7614.91	253.88
Agosto	2549.11	6468.91	5500.9	171.15
Septiembre	3345.72	7244.36	6239.49	196.55
Octubre	3664.35	7717.9	7285.52	242.55
Noviembre	3027.07	6888.81	6442.27	211.75
Diciembre	2867.76	6824.48	5631.77	170.97
Total	38236.77	85376.29	83298.54	2772.49

Tabla 3.11. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de oficinas.

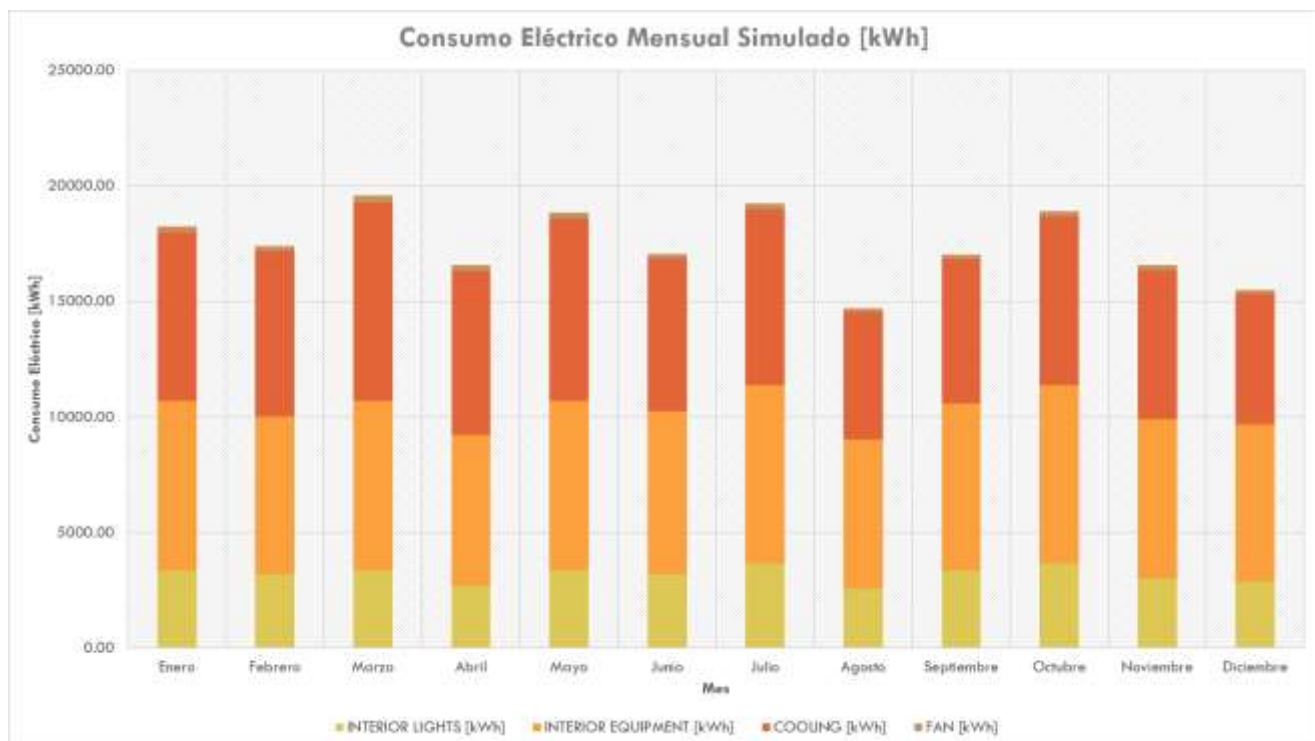


Gráfico 3.3. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de oficinas.

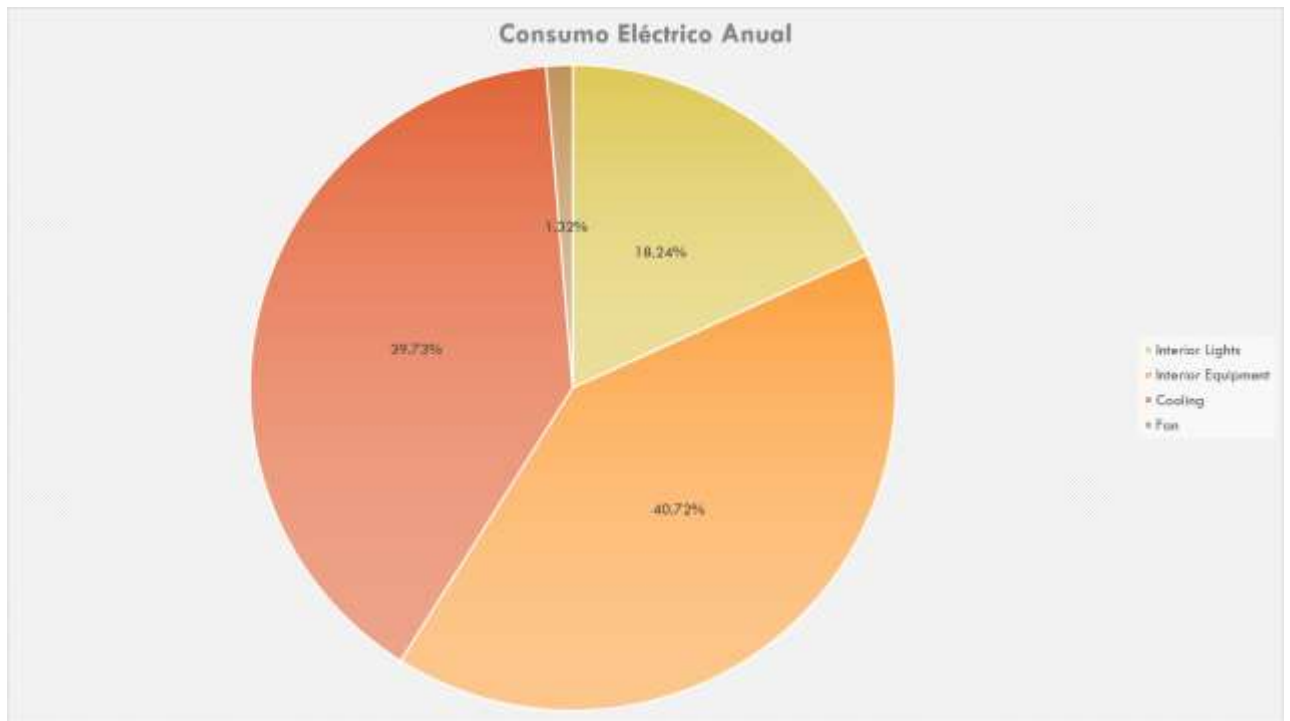


Gráfico 3.4. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio de oficinas.

Con lo obtenido mediante los gráficos se tiene lo siguiente:

- El mes con menor consumo eléctrico en el año 2020 en el edificio de oficinas es el mes de agosto.
- Igual que en el edificio del estacionamiento, el mayor consumo eléctrico anual se da en el rubro de aire acondicionado y fans con un valor del 41.05%, seguido del consumo del equipo eléctrico de 40.72% y el 18.24% pertenece al consumo eléctrico del rubro de las luminarias.

Consumo eléctrico Real y Demanda de Potencia del Edificio de Insaforp

Se utilizaron facturas del año 2020 para poder tener el comportamiento del consumo eléctrico real tanto del edificio de oficinas como del edificio del estacionamiento.

Cabe mencionar que ambos edificios tienen acometidas independientes y por lo tanto tienen facturaciones separadas, las cuales muestran que corresponden a un servicio con medición horaria, en media tensión y en el bloque de grandes demandas (mayor a 50 KW). En este trabajo solo se analiza la franja horaria “resto” (05:00 a 17.59) en la facturación, tanto para la simulación como para la comparación de los datos reales de los edificios, esto se debe a que el horario de operación generalmente del edificio es en esta franja horaria llamada “resto”. Debido a esto, las medidas que se opten por tomar corresponder solo a esta franja horaria.

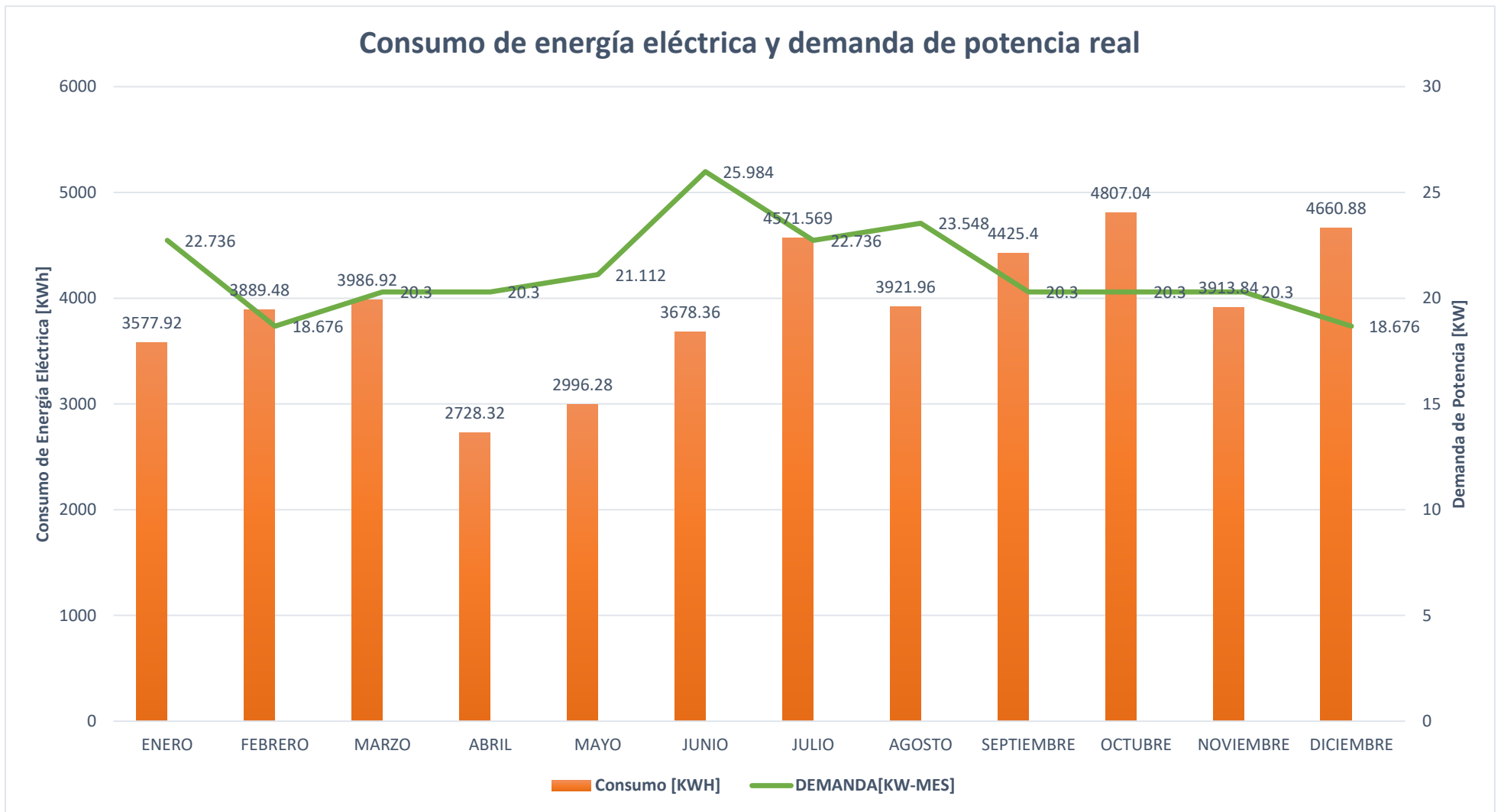


Gráfico 3.5. Gráfico del consumo de energía y demanda de potencia real para el año 2020 en el edificio del estacionamiento.

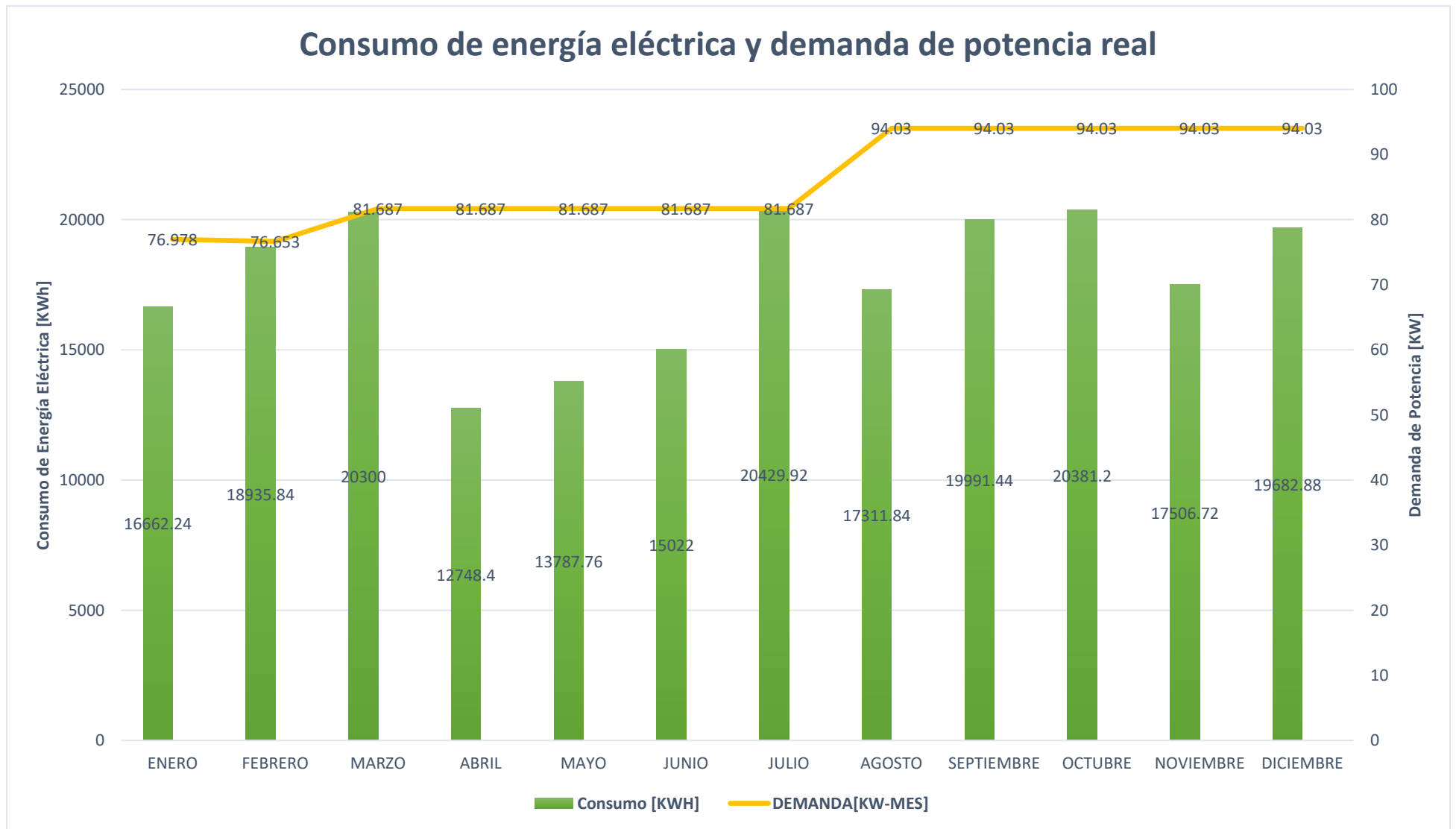


Gráfico 3.6. Gráfico del consumo de energía y demanda de potencia real para el año 2020 en el edificio de oficinas.

Resultados de Simulación vs Datos Reales de Consumo de Energía Eléctrica y Demanda de Potencia

Se debe de comparar los datos reales de consumo de energía eléctrica y demanda de potencia con los resultados obtenidos en la simulación, para que sea válido el modelo de línea base que se simule.

Consumo de Energía Real vs Simulado del Edificio del Estacionamiento

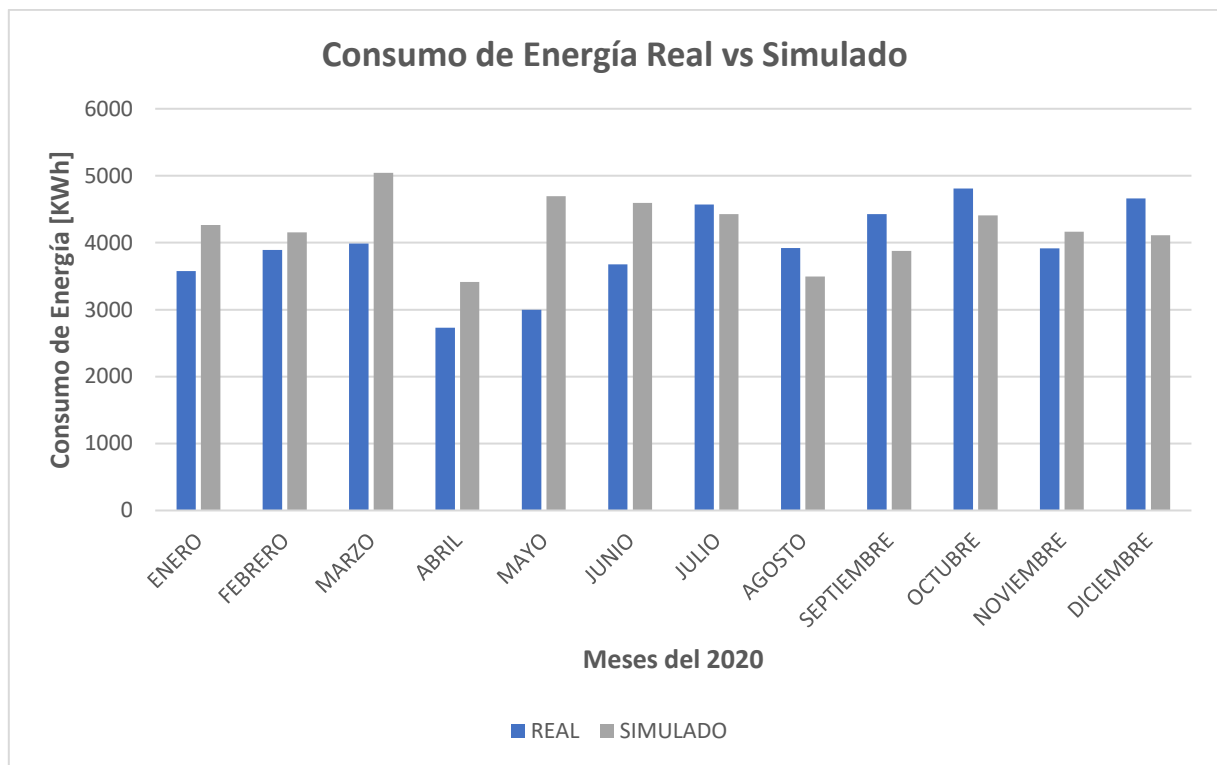


Gráfico 3.7. Consumo de Energía Real vs Consumo de Energía Simulado del edificio del estacionamiento.

MES	REAL	SIMULADO	ERROR [%]	PROMEDIO DE ERROR MENSUAL [%]
	Consumo [KWH]	Consumo [KWH]		
ENERO	3577.92	4266.16	16.13	14.80
FEBRERO	3889.48	4154.2	6.37	
MARZO	3986.92	5043.16	20.94	
ABRIL	2728.32	3413.7	20.08	
MAYO	2996.28	4693.61	36.16	
JUNIO	3678.36	4594.48	19.94	
JULIO	4571.569	4428.59	3.23	
AGOSTO	3921.96	3496.43	12.17	
SEPTIEMBRE	4425.4	3875.81	14.18	
OCTUBRE	4807.04	4407.8	9.06	
NOVIEMBRE	3913.84	4165.07	6.03	
DICIEMBRE	4660.88	4113.37	13.31	

Tabla 3.12. Consumo mensual anual y simulado con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio del estacionamiento.

Según la tabla anterior, el resultado más aceptable se obtiene en el mes de Julio con un porcentaje de error del 3.23% y el peor resultado con el 20.94% de error se da en el mes de Marzo.

Consumo de Energía Real vs Simulado del Edificio de Oficinas

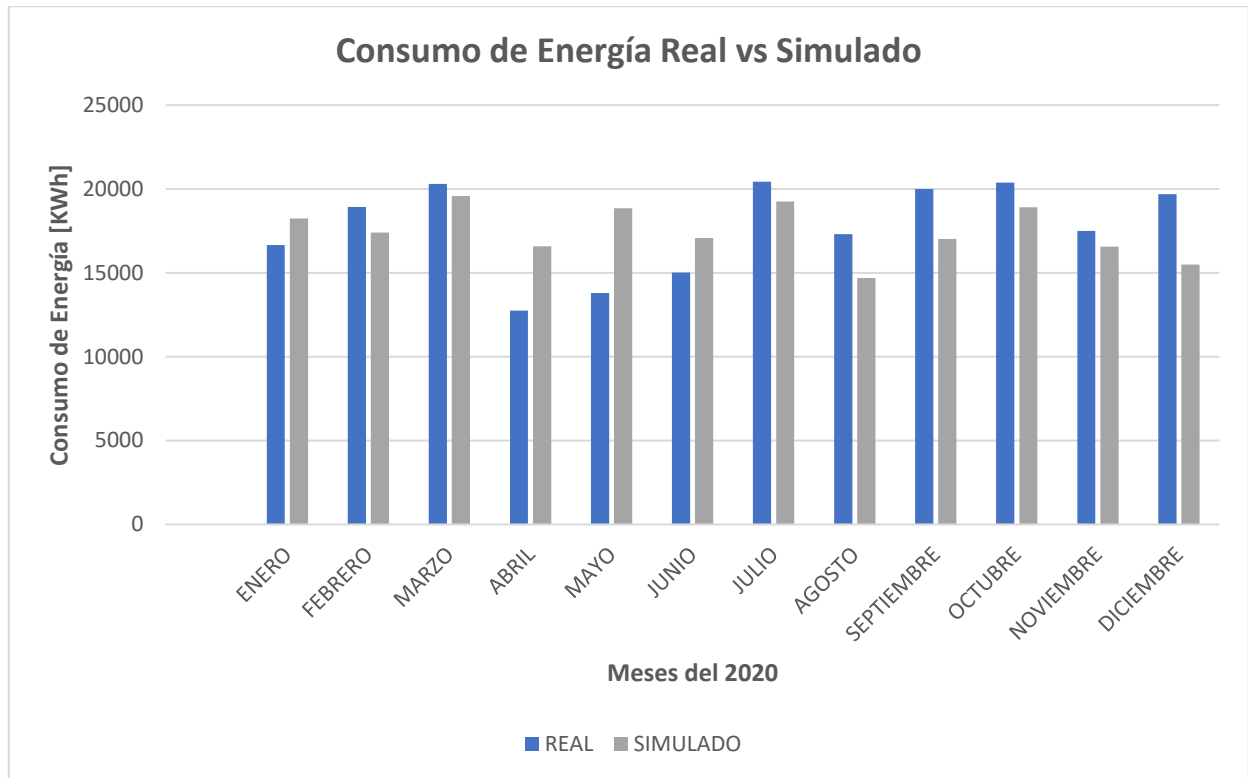


Gráfico 3.8. Consumo de Energía Real vs Consumo de Energía Simulado del edificio de oficinas.

MES	REAL	SIMULADO	ERROR [%]	PROMEDIO DE ERROR MENSUAL [%]
	Consumo [KWH]	Consumo [KWH]		
ENERO	16662.24	18251.21	8.71	13.75
FEBRERO	18935.84	17404.02	8.80	
MARZO	20300	19585.47	3.65	
ABRIL	12748.4	16576.94	23.10	
MAYO	13787.76	18854.66	26.87	
JUNIO	15022	17069.32	11.99	
JULIO	20429.92	19251.08	6.12	
AGOSTO	17311.84	14690.07	17.85	
SEPTIEMBRE	19991.44	17026.12	17.42	
OCTUBRE	20381.2	18910.32	7.78	
NOVIEMBRE	17506.72	16569.9	5.65	
DICIEMBRE	19682.88	15494.98	27.03	

Tabla 3.13. Consumo mensual anual y simulado con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio de oficinas.

Demanda de Potencia Real vs Simulada del Edificio del Estacionamiento

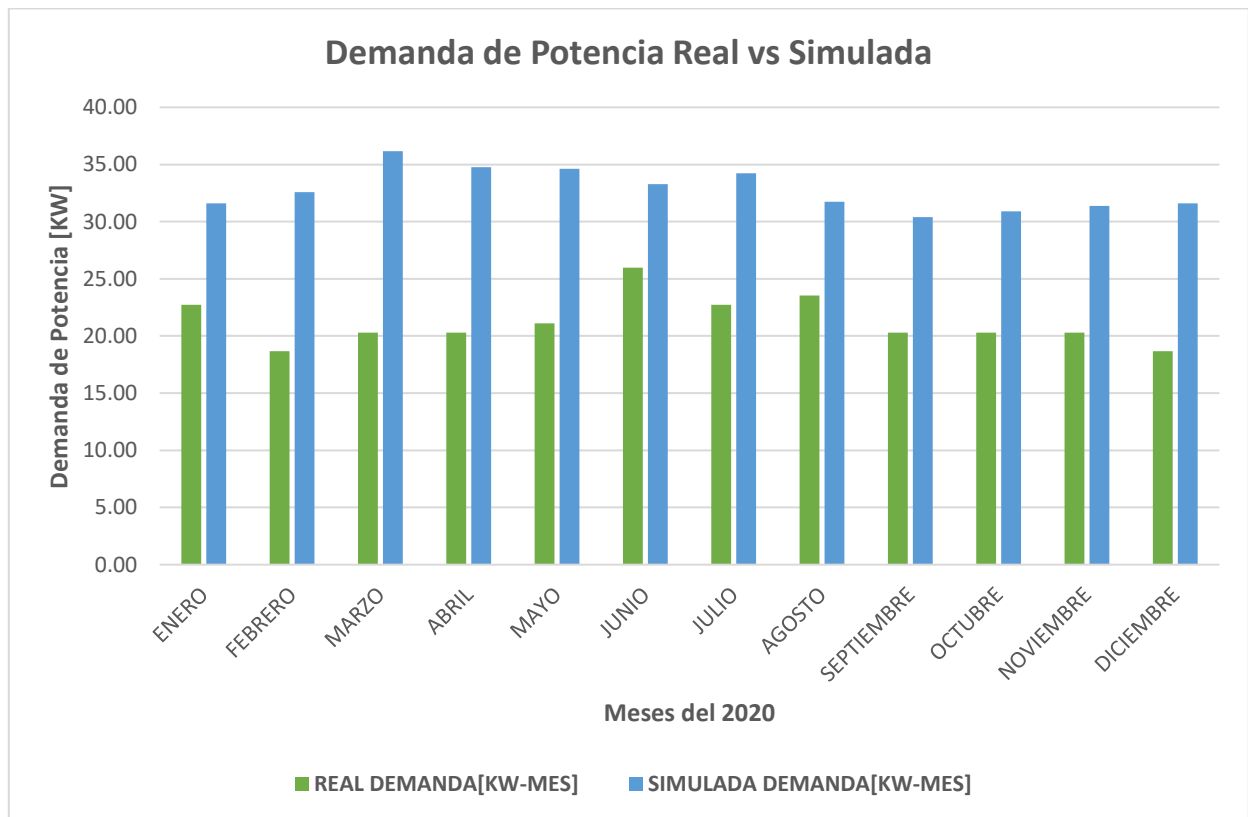


Gráfico 3.9. Demanda de Potencia Real vs Demanda de Potencia Simulada del edificio del estacionamiento.

MES	REAL	SIMULADA	ERROR [%]	PROMEDIO DE ERROR MENSUAL [%]
	DEMANDA[KW-MES]	DEMANDA[KW-MES]		
ENERO	22.74	31.61	28.07	35.03
FEBRERO	18.68	32.59	42.69	
MARZO	20.30	36.15	43.85	
ABRIL	20.30	34.75	41.58	
MAYO	21.11	34.61	39.00	
JUNIO	25.98	33.28	21.92	
JULIO	22.74	34.23	33.58	
AGOSTO	23.55	31.75	25.83	
SEPTIEMBRE	20.30	30.41	33.25	
OCTUBRE	20.30	30.89	34.28	
NOVIEMBRE	20.30	31.39	35.33	
DICIEMBRE	18.68	31.61	40.92	

Tabla 3.14. Demanda de Potencia anual y simulada con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio del estacionamiento.

El gráfico 3.9 representa la comparación de la demanda de potencia real vs la demanda de potencia simulada. La tabla 3.14 muestra los porcentajes de error mensual y el promedio de error que es del 35.03%.

Demanda de Potencia Real vs Simulada del Edificio de Oficinas

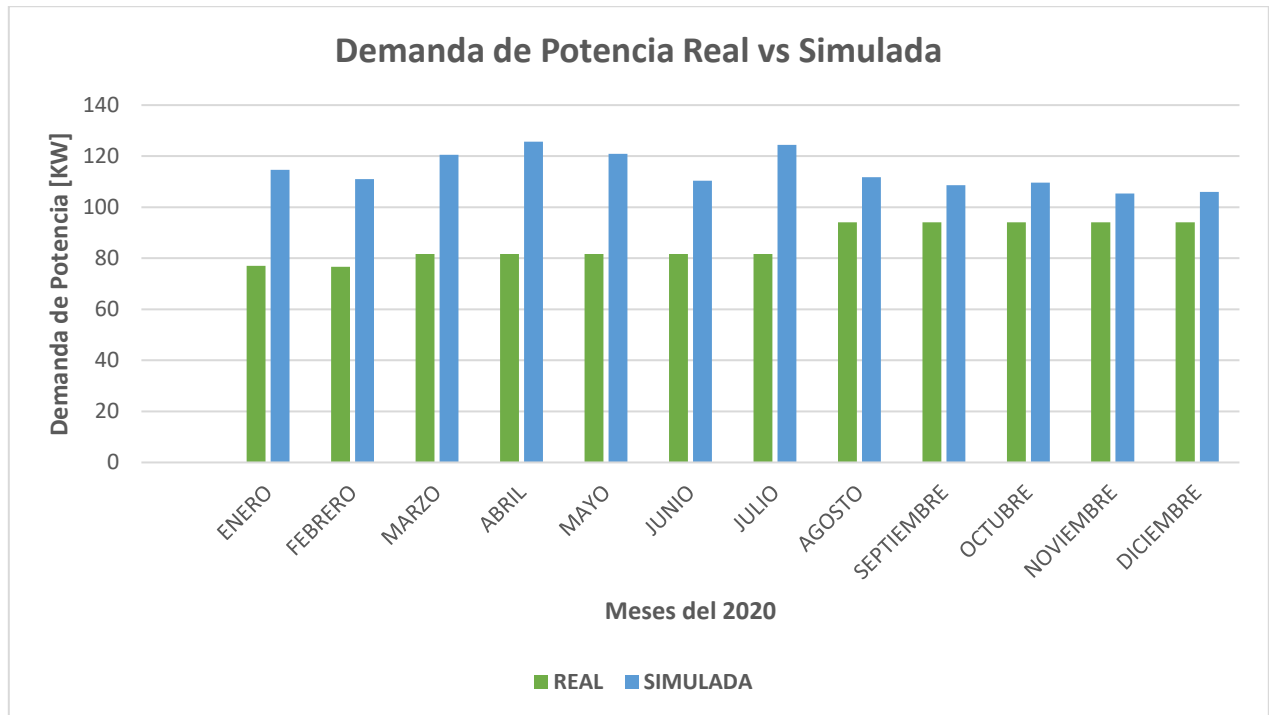


Gráfico 3.10. Demanda de Potencia Real vs Demanda de Potencia Simulada del edificio de Oficinas.

MES	REAL	SIMULADA	ERROR [%]	PROMEDIO DE ERROR MENSUAL [%]
	DEMANDA[KW-MES]	DEMANDA[KW-MES]		
ENERO	76.98	114.70	32.89	24.11
FEBRERO	76.65	111.03	30.96	
MARZO	81.69	120.53	32.23	
ABRIL	81.69	125.65	34.99	
MAYO	81.69	120.86	32.41	
JUNIO	81.69	110.35	25.97	
JULIO	81.69	124.47	34.37	
AGOSTO	94.03	111.70	15.82	
SEPTIEMBRE	94.03	108.59	13.41	
OCTUBRE	94.03	109.57	14.18	
NOVIEMBRE	94.03	105.42	10.80	
DICIEMBRE	94.03	106.00	11.29	

Tabla 3.15. Demanda de Potencia anual y simulada con el porcentaje de error y el error promedio en el edificio de Oficinas.

El gráfico 3.10 representa la comparación de la demanda de potencia real vs la demanda de potencia simulada. La tabla 3.15 muestra los porcentajes de error mensual y el promedio de error que es del 24.11%.

Consideraciones a tomar en cuenta a la hora de realizar las simulaciones y los análisis de los resultados

Existen parámetros que influyen a la hora de realizar la simulación y su exactitud está conectada a la cantidad de información que se ingresa en los parámetros de simulación de OpenStudio. EnergyPlus también muestra los resultados en base a modelos energéticos a partir de iteraciones, sabiendo esto, es casi imposible simular el comportamiento energético del edificio en su totalidad; por esta razón se muestra a continuación algunos de los parámetros relacionados a la alteración de los resultados en la simulación:

- Dentro de las instalaciones, el flujo de personal puede variar diariamente ya que cada día se reciben a varias empresas del país. Además, existe una variación de personal en semanas de asueto aleatorias para cada uno de los empleados según lo establecen los artículos de trabajo de Insaforp.
- Los materiales de construcción para puertas, ventanas, muros y techos utilizados en la simulación corresponden a los proporcionados por las plantillas de edificaciones de tipo oficinas, esto afecta en la simulación por la envolvente térmica que tiene el edificio en base a estos materiales, proporcionando cierto porcentaje de error en los resultados de la simulación.
- Los trabajadores proporcionaron información en cuanto al horario de uso de equipos eléctricos, climatizadores y la iluminación y no es del todo certera. Debido a esto en la simulación ocurren errores. Para poder tener el consumo eléctrico se utilizan instrumentos de medición que su exactitud varía a la hora de hacer la toma de datos.
- Otro parámetro que influye bastante en este trabajo es el del archivo del clima que se carga en OpenStudio para poder realizar la simulación ya que es de la región de Ilopango porque la página oficial del programa no proporciona otro tipo de archivo climático. Esto genera considerablemente un impacto en los cálculos térmicos en EnergyPlus y da un porcentaje de error en los resultados de simulación.

Análisis de la facturación del consumo de energía eléctrica y demanda de potencia del modelo de línea base del edificio de Insaforp

Se utilizó el pliego tarifario anual por la distribuidora para realizar un análisis económico al modelo de línea base. A continuación, se muestra el gráfico de costos mensuales en ambos edificios de Insaforp. Los costos monetarios que se calculan incluyen el impuesto del IVA (13%), el cual no se refleja en las tarifas de los pliegos tarifarios que se utilizan.

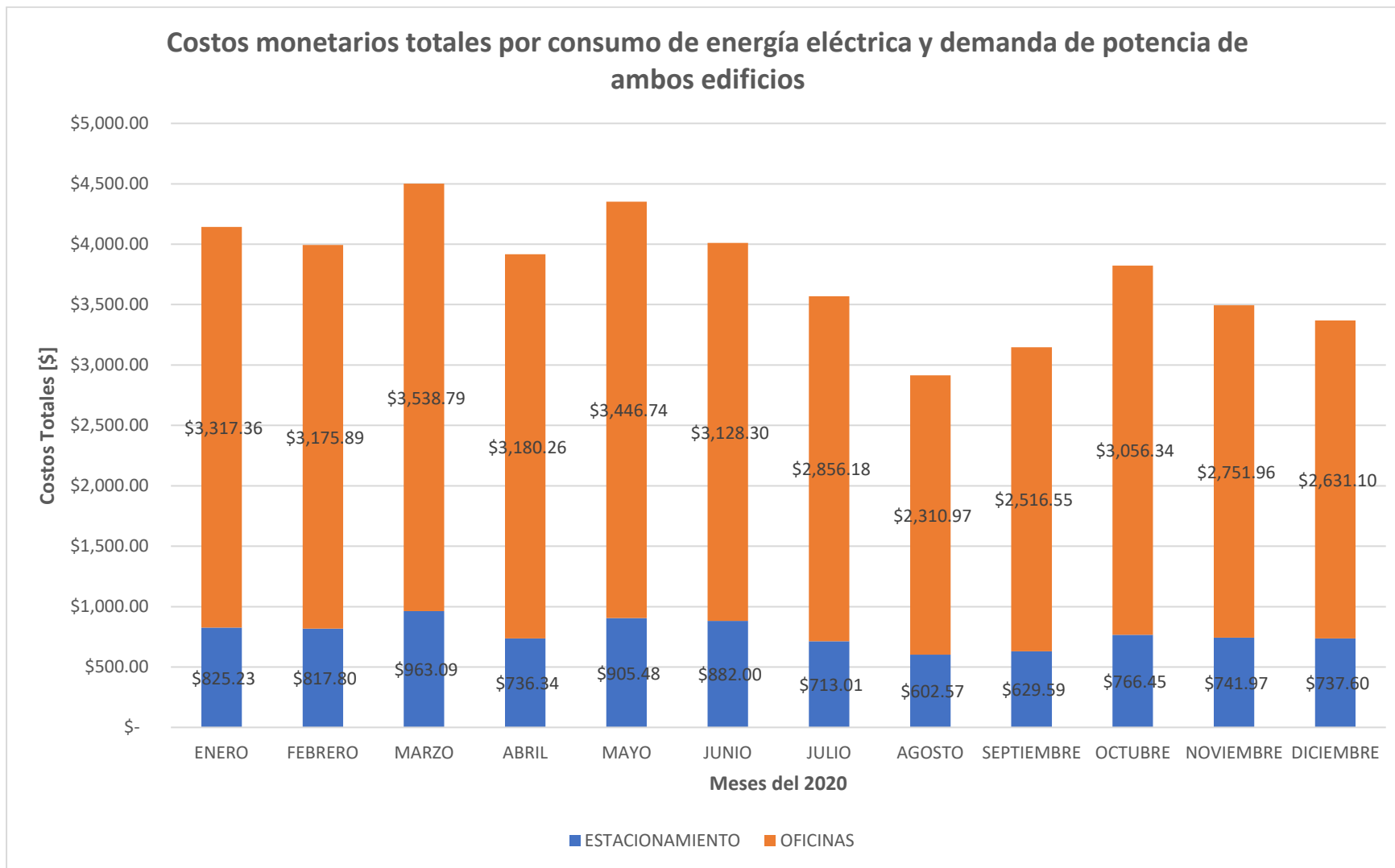


Gráfico 3.11. Costos monetarios totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia de ambos edificios de Insaforp.

MES	ESTACIONAMIENTO	OFICINAS
	COSTO [USD]	COSTO [USD]
ENERO	\$ 825.23	\$ 3,317.36
FEBRERO	\$ 817.80	\$ 3,175.89
MARZO	\$ 963.09	\$ 3,538.79
ABRIL	\$ 736.34	\$ 3,180.26
MAYO	\$ 905.48	\$ 3,446.74
JUNIO	\$ 882.00	\$ 3,128.30
JULIO	\$ 713.01	\$ 2,856.18
AGOSTO	\$ 602.57	\$ 2,310.97
SEPTIEMBRE	\$ 629.59	\$ 2,516.55
OCTUBRE	\$ 766.45	\$ 3,056.34
NOVIEMBRE	\$ 741.97	\$ 2,751.96
DICIEMBRE	\$ 737.60	\$ 2,631.10

Tabla 3.16. Costos monetarios mensuales para ambos edificios de Insaforp.

Estos resultados indican que el edificio de oficinas tiene costos anuales totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia por un valor de \$35,910.44, con un promedio mensual de \$2,992.54 alcanza su valor máximo el mes de Marzo con \$3,538.79.

Para el edificio del estacionamiento, se tienen costos anuales totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia por un valor de \$9,321.13, con un promedio mensual de \$776.76 y produce su valor máximo el mes de Marzo con \$963.09.

Modelo de Bajo Consumo de Energía del Edificio de INSAFORP

Lo que se pretende aquí es la aplicación de medidas necesarias o las permitidas en las edificaciones cuyos objetivos es disminuir el consumo de energía eléctrica y demanda de potencia según los rubros con los que posee el edificio. La referencia a reducir son los resultados obtenidos de los modelos bases de las infraestructuras de lo descrito anteriormente para los cargos en consumo de energía, demanda de potencia y costo de electricidad, es decir, atenuar estos cargos debido a la operación ineficiente de los rubros a los que están sujetos los edificios definiendo acciones en las que se aproveche el ahorro, que por lo general estos rubros son los siguientes:

- Equipos de oficina.
- Equipos de Aire Acondicionado.
- Sistemas de iluminación.

Consumo de Energía Eléctrica del Edificio del Estacionamiento

La tabla 3.17 muestra los resultados obtenidos de la simulación del consumo eléctrico del edificio del estacionamiento de Insaforp, para los distintos meses del año 2020 aplicando las mejoras de bajo consumo. También se muestran los gráficos 3.12 y 3.13 que

corresponden al consumo eléctrico mensual y consumo eléctrico anual por rubro, generados mediante los valores de la tabla que se obtuvieron de la simulación del edificio.

CONSUMO ELÉCTRICO MENSUAL SIMULADO [kWh]				
	INTERIOR LIGHTS [kWh]	INTERIOR EQUIPMENT [kWh]	COOLING [kWh]	FAN [kWh]
Enero	760.89	1031.05	1015.35	68.2
Febrero	724.66	973.7	1022.61	68.53
Marzo	760.89	1032.86	1256.91	84.29
Abril	615.96	863.69	1036.57	70.03
Mayo	760.89	1031.95	1274.56	87.04
Junio	724.66	985.88	1082.56	73.26
Julio	833.36	1111.9	1241.44	83.75
Agosto	579.73	830.72	789.11	52.71
Septiembre	760.89	1025.41	872.61	57.29
Octubre	833.36	1111.9	1066.97	71.28
Noviembre	688.43	946.36	862.82	57.37
Diciembre	652.2	909.77	768.04	50.89
Total	8695.92	11855.19	12289.55	824.64

Tabla 3.17. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

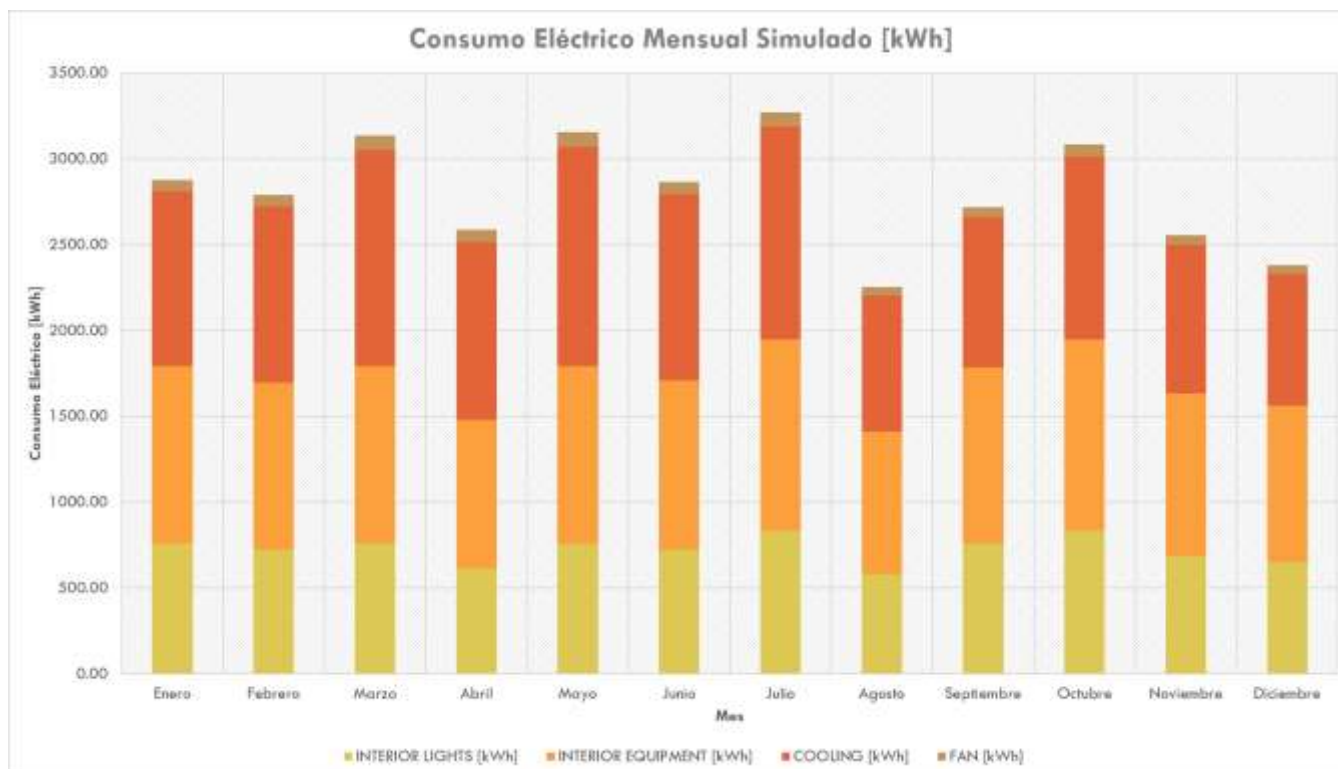


Gráfico 3.12. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio del estacionamiento.

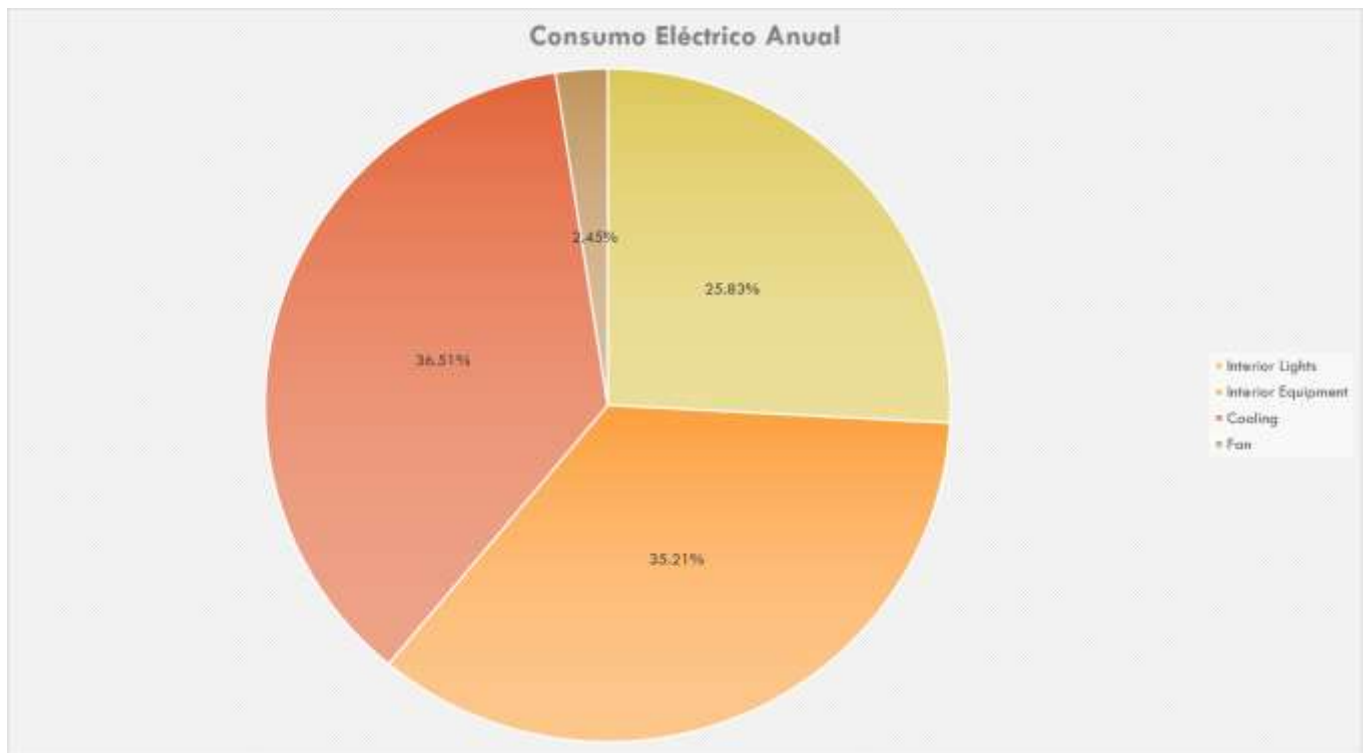


Gráfico 3.13. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio del estacionamiento.

Con estos resultados de simulación se hacen las observaciones siguientes respecto al edificio del estacionamiento:

- Los meses de agosto y diciembre son los meses con menor consumo eléctrico en el año, debido a que en estos meses generalmente existe un periodo largo de vacación de los trabajadores.
- Tanto los equipos de aire acondicionado como los Fan, tienen un consumo anual del 38.96% de todo el edificio del estacionamiento, el rubro que le sigue es el del equipo eléctrico con un consumo anual del 35.21% y por último el rubro de las luminarias teniendo como consumo el 25.83%.

Consumo de Energía Eléctrica del Edificio de Oficinas

De la manera en cómo obtuvimos los resultados y gráficos anteriormente, es la forma en la que obtenemos los resultados para el edificio de Oficinas para los meses del año 2020.

CONSUMO ELÉCTRICO MENSUAL SIMULADO				
	INTERIOR LIGHTS [kWh]	INTERIOR EQUIPMENT [kWh]	COOLING [kWh]	FAN [kWh]
Enero	1543.2	7360.51	4795.36	326.68
Febrero	1469.71	6833.36	4703.13	319.61
Marzo	1543.2	7362.34	5686.5	388.43
Abril	1249.25	6529.63	4761.08	325.49
Mayo	1543.2	7361.53	12193.38	353.46
Junio	1469.71	7066.57	4308.73	289.51
Julio	1690.16	7717.9	4947.12	332.54
Agosto	1175.77	6468.91	3668.65	246.02
Septiembre	1543.2	7244.36	3999.47	266.57
Octubre	1690.16	7717.9	26731.36	318.99
Noviembre	1396.23	6888.92	4243.52	287.06
Diciembre	1322.75	6824.49	3690.92	247.11
Total	17636.54	85376.42	83729.22	3701.47

Tabla 3.18. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de Oficinas.

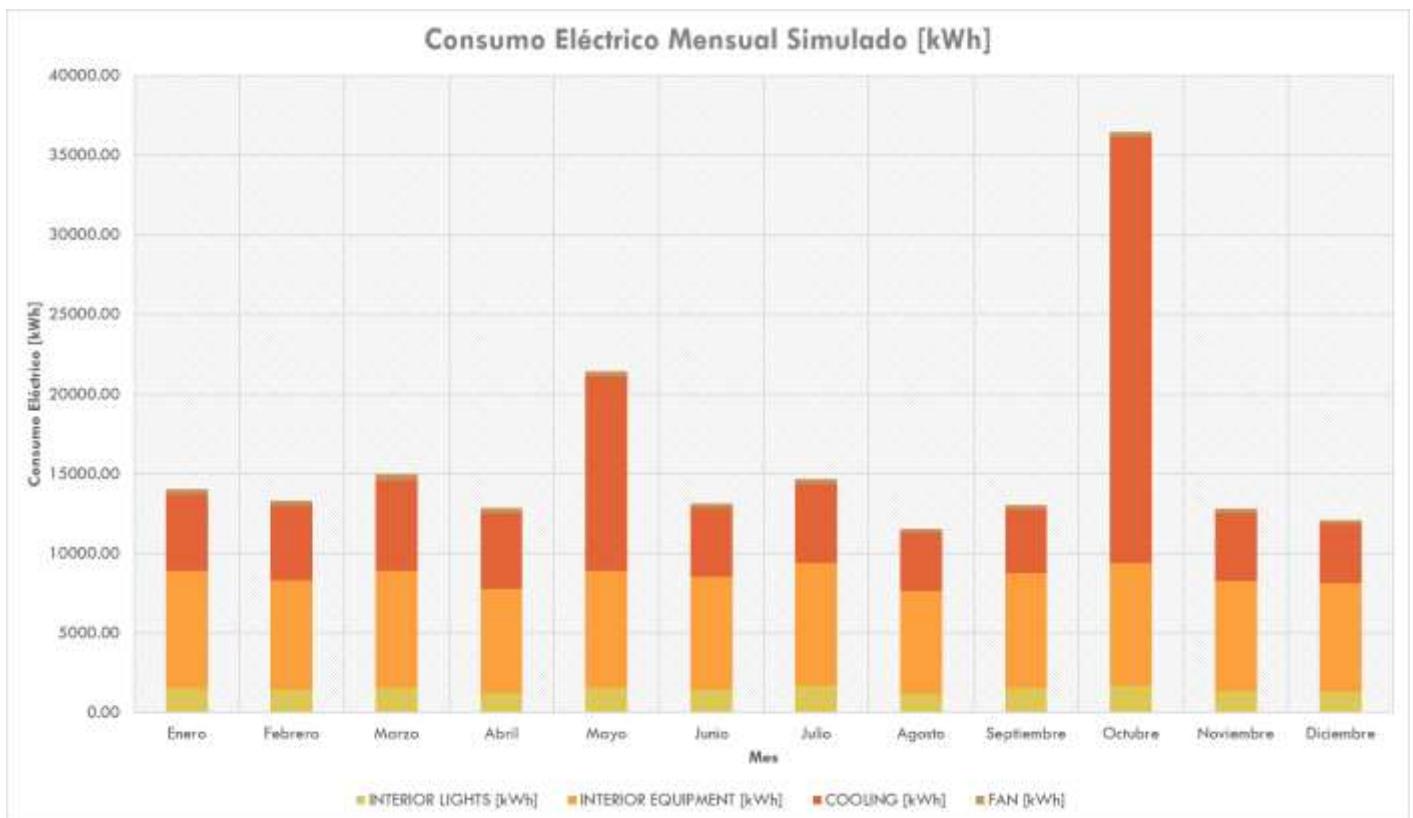


Gráfico 3.14. Consumo eléctrico mensual simulado del edificio de Oficinas.

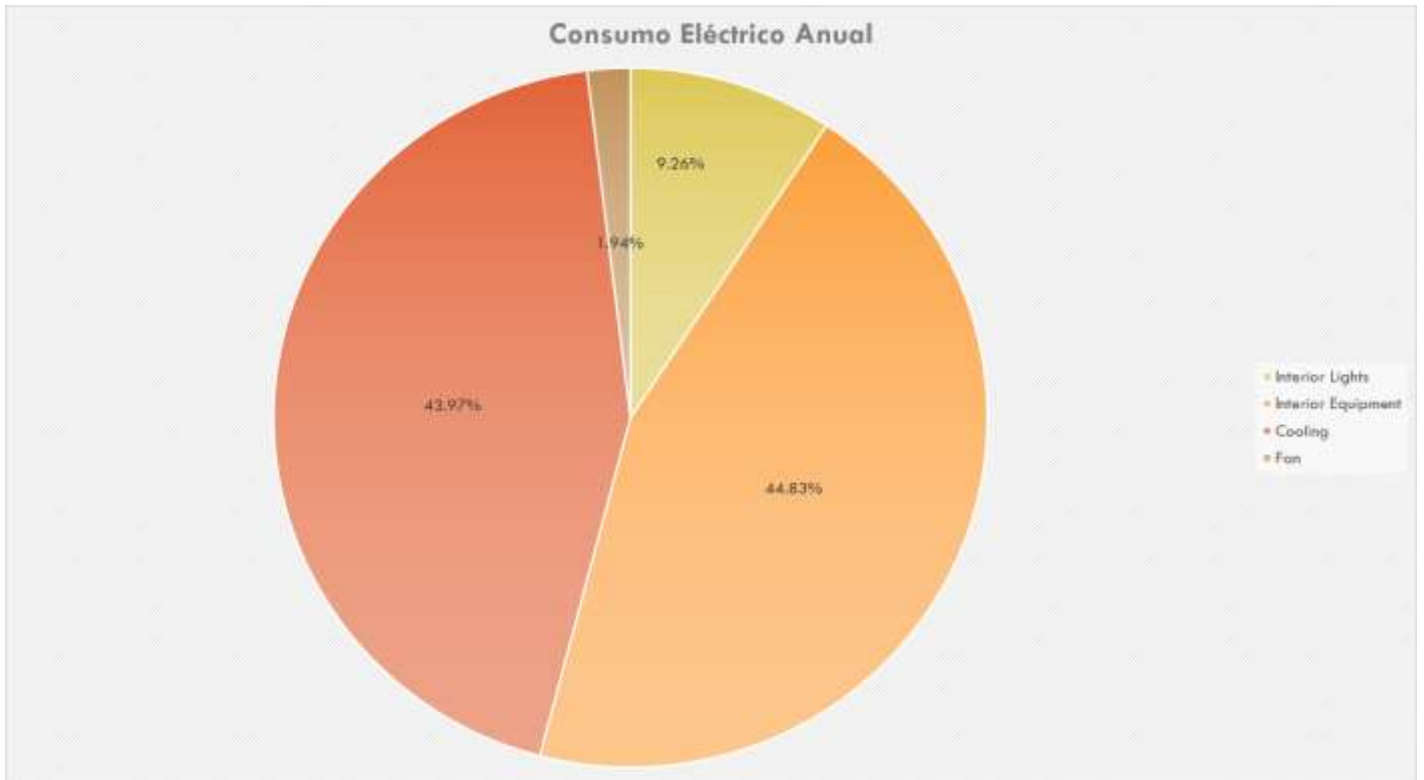


Gráfico 3.15. Consumo eléctrico anual simulado por rubro del edificio de Oficinas.

Con lo obtenido mediante los gráficos se tiene lo siguiente:

- El mes con menor consumo eléctrico en el año 2020 en el edificio de oficinas es el mes de agosto.
- Igual que en el edificio del estacionamiento, el mayor consumo eléctrico anual se da en el rubro de aire acondicionado y fans con un valor del 45.91%, seguido del consumo del equipo eléctrico de 44.83% y el 9.26% pertenece al consumo eléctrico del rubro de las luminarias.

Resultados de la Simulación del Consumo de Energía Eléctrica y Demanda de Potencia del Edificio de Insaforp

Comparando los datos del consumo de energía eléctrica y la demanda de potencia con los resultados obtenidos luego de haber realizado las mejoras en los rubros del edificio, se obtuvieron los gráficos y tablas siguientes para cada edificio:

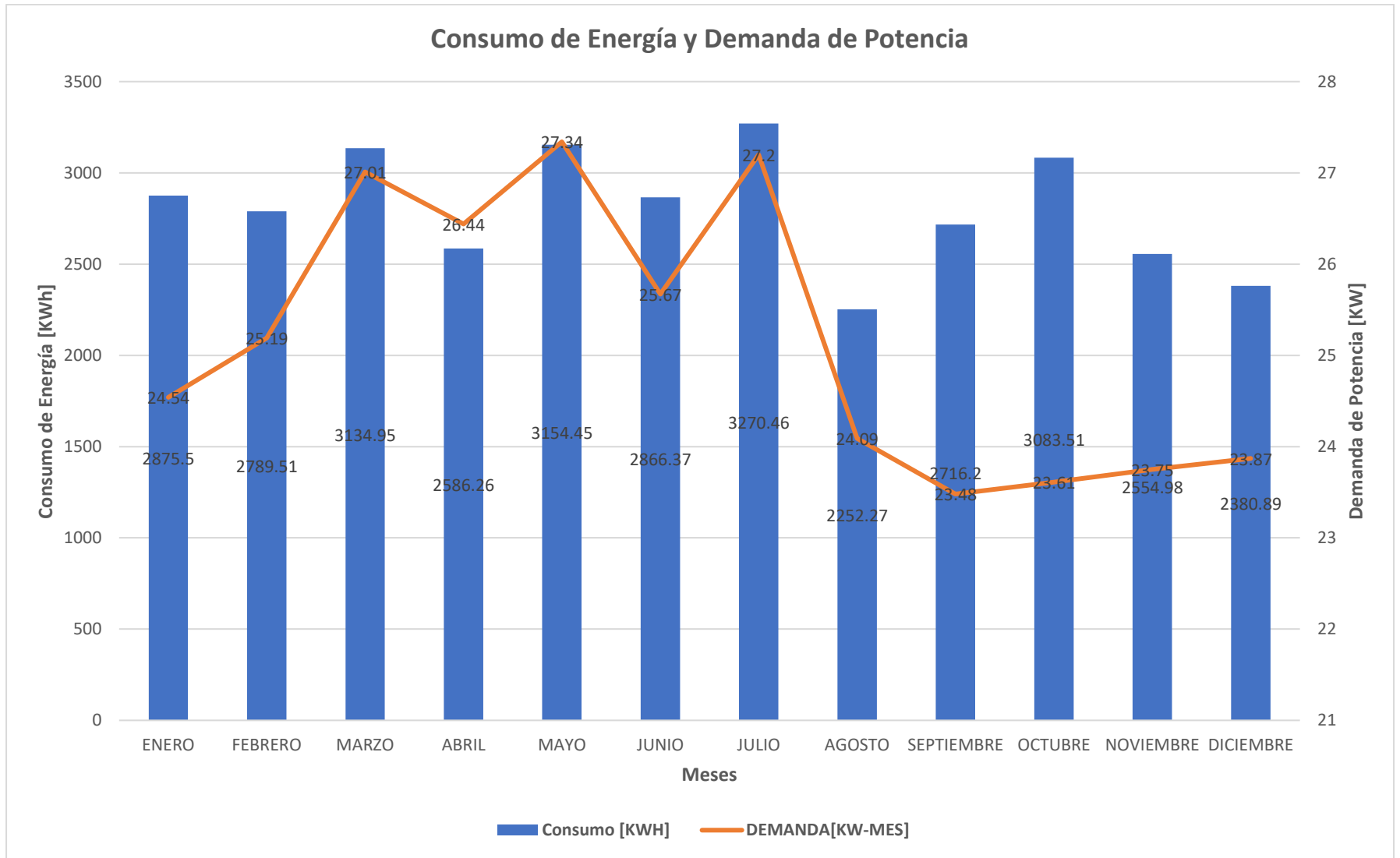


Gráfico 3.16. Consumo de Energía y Demanda de Potencia del edificio del estacionamiento.

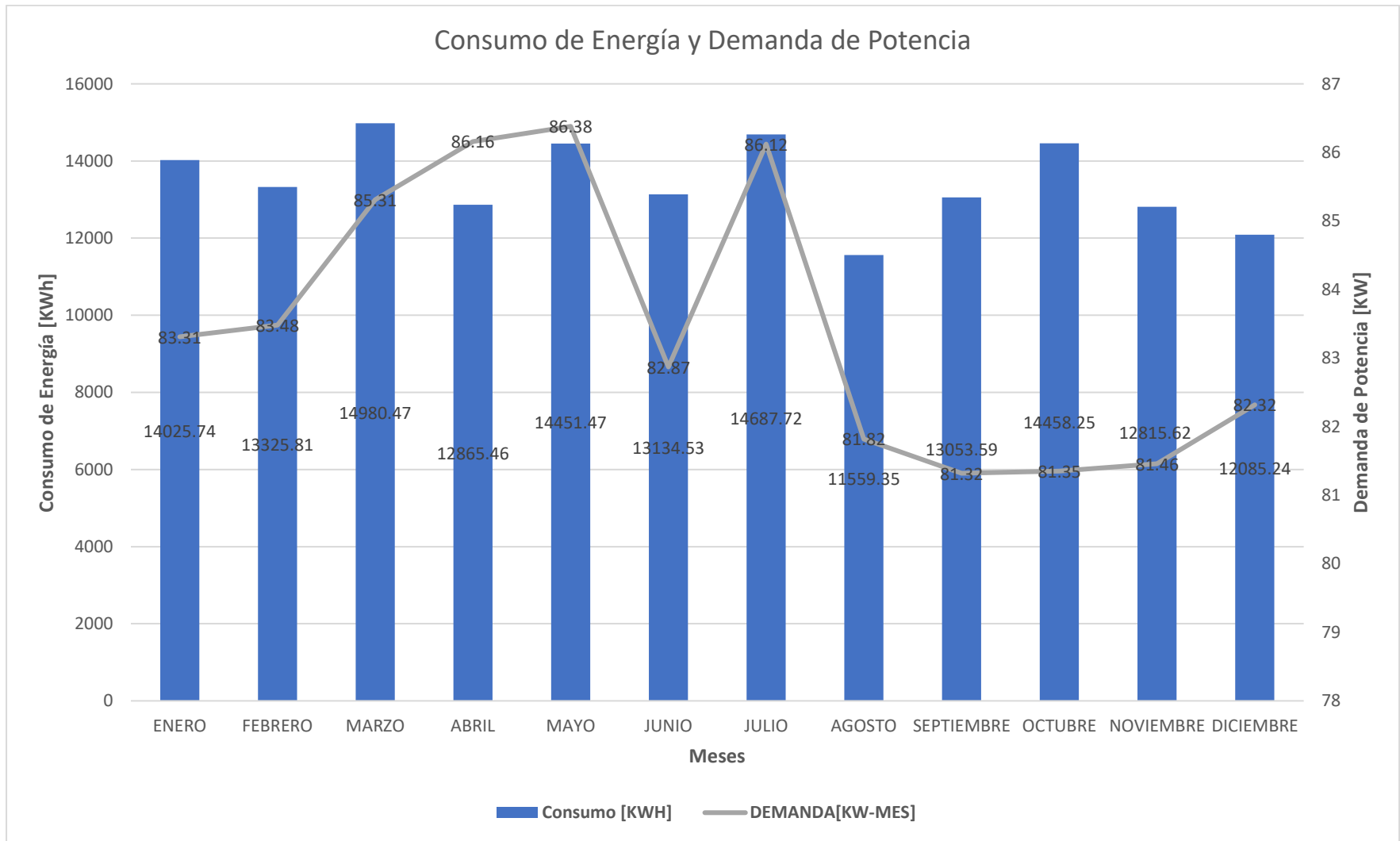


Gráfico 3.17. Consumo de Energía y Demanda de Potencia del edificio de Oficinas.

Análisis de la facturación del consumo de energía eléctrica y demanda de potencia del modelo de bajo consumo del edificio de Insaforp

Se utilizó el pliego tarifario anual por la distribuidora para realizar un análisis económico al modelo de línea base. A continuación, se muestra el gráfico de costos mensuales en ambos edificios de Insaforp. Los costos monetarios que se calculan incluyen el impuesto del IVA (13%), el cual no se refleja en las tarifas de los pliegos tarifarios que se utilizan.

MES	ESTACIONAMIENTO	OFICINAS
	COSTO [USD]	COSTO [USD]
ENERO	\$ 586.50	\$ 2,516.46
FEBRERO	\$ 580.01	\$ 2,423.85
MARZO	\$ 639.80	\$ 2,658.26
ABRIL	\$ 562.92	\$ 2,385.48
MAYO	\$ 645.32	\$ 2,598.15
JUNIO	\$ 594.11	\$ 2,395.39
JULIO	\$ 545.72	\$ 2,115.80
AGOSTO	\$ 422.03	\$ 1,775.80
SEPTIEMBRE	\$ 462.92	\$ 1,918.65
OCTUBRE	\$ 556.62	\$ 2,322.36
NOVIEMBRE	\$ 496.09	\$ 2,131.79
DICIEMBRE	\$ 476.70	\$ 2,053.22

Tabla 3.19. Costos monetarios mensuales para ambos edificios de Insaforp.

Estos resultados indican que el edificio de oficinas tendría costos anuales totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia por un valor de \$27,295.74, con un promedio mensual de \$2,274.60 alcanza su valor máximo el mes de Marzo con \$2,658.26.

Para el edificio del estacionamiento, se tienen costos anuales totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia por un valor de \$6,568.74, con un promedio mensual de \$547.40 y produce su valor máximo el mes de Mayo con \$645.332.

Costos monetarios totales por consumo de energía eléctrica y demanda de potencia de ambos edificios

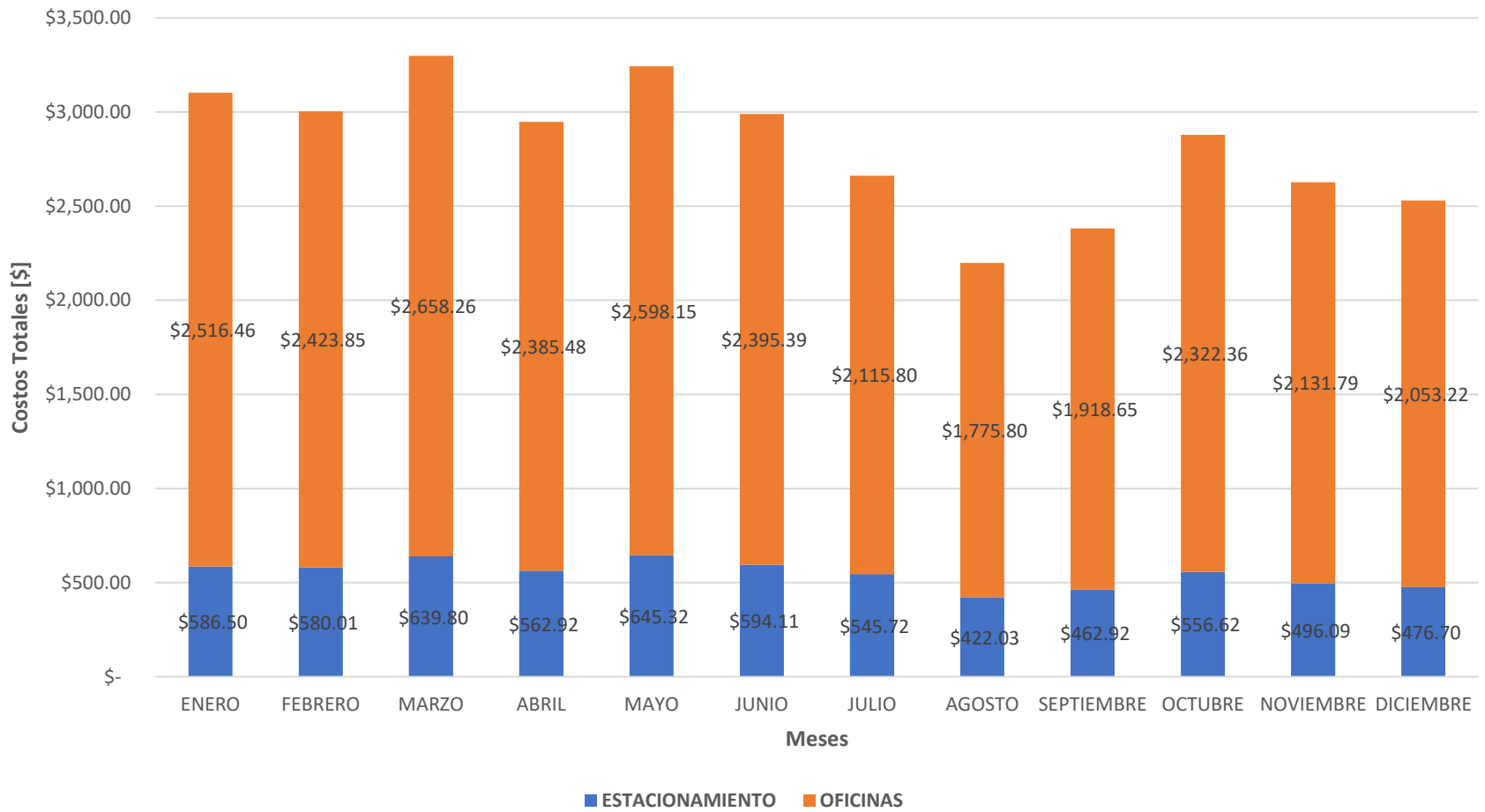


Gráfico 3.18. Costos monetarios totales por consumo de energía y demanda de potencia de ambos edificios.

Indicadores de Desempeño Energético del Edificio de Insaforp

La siguiente tabla muestra los indicadores seleccionados para la evaluación del desempeño energético de los edificios en estudio.

Indicador	Expresión	Convención
Indicador global de desempeño energético (IGDE)	$\frac{CEAT}{A_{Edif}} \left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	<i>CEAT</i> : Consumo energético anual total. <i>A_{Edif}</i> : Área total ocupada del edificio.
Indicador de desempeño energético en refrigeración (IDER)	$\frac{CEAR}{A_{Edif}} \left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	<i>CEAR</i> : Consumo energético anual en refrigeración. <i>A_{Edif}</i> : Área total ocupada del edificio.
Indicador de desempeño energético en iluminación (IDEI)	$\frac{CEAI}{A_{Edif}} \left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	<i>CEAI</i> : Consumo energético anual en iluminación. <i>A_{Edif}</i> : Área total ocupada del edificio.
Indicador de desempeño energético en equipos (IDEE)	$\frac{CEAE}{A_{Edif}} \left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	<i>CEAE</i> : Consumo energético anual en equipos. <i>A_{Edif}</i> : Área total ocupada del edificio.

Tabla 3.20. Indicadores energéticos aplicados a los edificios de Insaforp.

Indicadores del edificio del Estacionamiento y del edificio de Oficinas

Indicador	Edificio del Estacionamiento			Edificio de Oficinas		
	Modelo Base	Modelo de Bajo Consumo	Ahorro	Modelo Base	Modelo de Bajo Consumo	Ahorro
IGDE $\left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	50652.38	33665.3	33.54 %	209683.99	190443.65	9.17 %
IDER $\left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	22115.59	13114.19	40.71 %	86071.03	87430.69	0.00 %
IDEI $\left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	16519.02	8695.92	47.36 %	38236.77	17636.54	53.87 %
IDEE $\left[\frac{kWh}{m^2} \right]$	12017.77	11855.19	1.36 %	85376.19	85376.42	0.00 %

Tabla 3.21. Resultado de Indicadores energéticos en ambos edificios.

La tabla 3.21 muestra los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores de desempeño energético para ambos edificios, así como su ahorro a partir del modelo base y del modelo de bajo consumo; donde se puede ver que a partir del indicador global de desempeño en el edificio del estacionamiento se tiene un ahorro del 33.54% del consumo anual total, mientras que el 9.17% corresponde al ahorro del edificio de oficinas.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA ISO 50001 EN EL EDIFICIO DE INSAFORP

La ISO 50001 proporciona beneficios medibles a organizaciones públicas y privadas de todo el mundo, y numerosos expertos coinciden en que influirá enormemente en el uso mundial de la energía y acabará beneficiando al conjunto de la sociedad.

Esta norma expone las buenas prácticas para gestionar la energía. Así, los que adopten la norma podrían conseguir ahorros en costes, mejoras en la calidad y mitigación de riesgos. Se basa en elementos comunes a otras normas del sistema de gestión ISO unificando dos estándares, como son la ISO 14001 y la ISO 9001.

Esta norma facilita a las organizaciones, independientemente de su sector, actividad o su tamaño, una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y las emisiones de gases de efecto invernadero. Su estructura permite su integración con otros sistemas de gestión (calidad, medioambiente, inocuidad de los alimentos, de seguridad y salud laboral, etc.), ya existentes en la organización.

Debido a la complejidad de la ISO en cuanto a su extensa manera de aplicación, se realizaron recomendaciones respecto a poder tener ahorros y una mejora en la gestión de la energía.

Medidas de Ahorro Energético

Dentro de las medidas de ahorro de energía, la más esencial es la concientización o culturización de ahorro energético que deben tener las personas que hacen uso de las instalaciones. Es muy usual ver que algunas personas dejan activas las luminarias y equipos de oficina cuando no se encuentran en su sitio de trabajo, para la aplicación de esta medida, sino que se requiere de la voluntad del operario de cada área en tomar conciencia del uso adecuado de la energía eléctrica. Sin embargo, en ocasiones el cambio de actitud debe de acompañarse con la colocación de carteles (la inversión para reducir o eliminar esta deficiencia es mínima) en zonas precisas que ayuden al operario a recordar la acción de desactivar las luminarias o equipos eléctricos cuando estos no se utilicen, inclusive también advertir de desactivar los equipos de aire acondicionado cuando no son utilizados. Por ejemplo, colocar viñetas en las computadoras con la inscripción “Por favor apagar el equipo cuando no lo utilice” o en el caso de las luminarias “Por favor encender las lámparas necesarias”, o algo similar para los otros tipos de rubros.

Durante la visita, se pudo observar que en ciertos lugares utilizan luminarias cuando no son necesarias debido a que hay luz solar, por ello se puede constatar que no existe un nivel de conciencia favorable por parte de los ocupantes del edificio en cuanto a ejercer hábitos de ahorro energético.

Recomendaciones mediante la ISO 50001 para una mejor eficiencia energética

El análisis que se realizó sirve para observar qué posibles problemas hay en el edificio, presentándose un análisis puntual que puede ayudar a dar recomendaciones para posibles soluciones adecuadas para cada uno de ellos. A continuación, se presentan algunas recomendaciones a tomar en cuenta en el edificio:

Aumentar el entorno vegetal de la edificación, permitirá la implementación de estrategias de diseño más adecuadas. Lograr una mejor distribución de las áreas verdes en el edificio de Oficinas derivará en una reducción de las temperaturas circundantes al mismo, generando de esta manera un microclima interno que beneficie en el confort térmico que se desea lograr.

El edificio de Oficinas carece de protecciones solares, permitiendo de esta forma el ingreso excesivo de radiación solar en los espacios. Pese a encontrarse bien orientado, el edificio presenta grandes masas de vidrio en las fachadas, las cuales requieren alternativas de control para la radiación solar que ingresa por ellas. Es necesario verificar los aspectos de trayectoria e incidencia solar para la mejor planificación de aleros y/o cortasoles.

La temperatura interna no proporciona confort constante en las diferentes oficinas. Aunque la temperatura interna está regulada por los equipos de climatización a una temperatura constante, el ingreso de radiación solar en las oficinas hace que la sensación térmica no sea la misma en cada una. La relación del tamaño de la oficina versus el área de ventana que posee genera también esta sensación.

Algunos espacios requieren el uso de sistemas de climatización específicos. Las condiciones especiales de algunas áreas, donde se concentran cantidades particulares de equipos o personas, hacen necesario considerar el uso de sistemas de aire acondicionado, para lograr la eficiencia de los equipos y el confort de los usuarios.

Debe generarse una reducción del consumo energético. La configuración formal del edificio, obliga a un uso intensivo de los sistemas de climatización e iluminación. Una reconfiguración de los aspectos mencionados, sumando a una opción equivalente para estos sistemas generaría una disminución en el consumo.

Las luminarias tipo fluorescentes, carecen de eficiencia energética; las cuales aprovechan menos del 20% de la energía consumida en luz visible. El resto de energía (más del 80%) se convierte en calor, generado por radiación y por convección, el cual genera además un consumo extra de energía por ser carga térmica para los equipos de aire acondicionado del área.

Se realizó un análisis del coste de la sustitución de las luminarias fluorescentes por las luminarias led y la mano de obra de la instalación.

DESCRIPCION	CANTIDAD	P.U SIN IVA	P.U IVA INCLUIDO	SUBTOTAL IVA INCLUIDO
EDIFICIO OFICINAS ADMINISTRATIVAS				
Tubo led 18w vidrio luz fría 120cm sylvania	891	\$3.45	\$3.90	\$3,474.90
Tubo led 9w vidrio luz fría 60cm sylvania	6	\$2.78	\$3.14	\$18.84
Soporte base para tubo presion T8-12	1794	\$0.60	\$0.68	\$1,219.92
Tornillo estufa cabeza redonda galvanizado 5/32 x 1 plg	1794	\$0.08	\$0.09	\$161.46
Tuerca estufa hexagonal galvanizada 5/32 plg+C15:G18	1794	\$0.03	\$0.03	\$53.82
Mano de obra por desmontaje de tubos fluorescentes, desmontaje de transformador, e instalación de tubos led de 18W Sylvania por luminaria (ya sea de 2 tubos o 3 tubos)	299	\$13.27	\$15.00	\$4,485.00
EDIFICIO ESTACIONAMIENTO				
Tubo led 18w vidrio luz fría 120cm sylvania	402	\$3.45	\$3.90	\$1,567.80
Tubo led 9w vidrio luz fría 60cm sylvania	90	\$2.78	\$3.14	\$282.60
Soporte base para tubo presion T8-12	984	\$0.60	\$0.68	\$669.12
Tornillo estufa cabeza redonda galvanizado 5/32 x 1 plg	984	\$0.08	\$0.09	\$88.56
Tuerca estufa hexagonal galvanizada 5/32 plg	984	\$0.03	\$0.03	\$29.52
Mano de obra por desmontaje de tubos fluorescentes, desmontaje de transformador, e instalación de tubos led de 18W Sylvania por luminaria (ya sea de 2 tubos o 3 tubos)	226	\$13.27	\$15.00	\$3,390.00
TOTAL IVA INCLUIDO: QUINCE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y UNO CON 54/100 USD				\$15,441.54

Tabla 4.1 Costeo de sustitución de luminarias fluorescentes por luminarias led en ambos edificios.

Además de eso se realizó el análisis del coste total en ambos edificios con las mejoras de iluminación:

MES	ESTACIONAMIENTO	OFICINAS
	COSTO [USD]	COSTO [USD]
ENERO	\$ 714.68	\$ 3,046.54
FEBRERO	\$ 705.52	\$ 2,911.33
MARZO	\$ 787.16	\$ 3,262.75
ABRIL	\$ 684.45	\$ 2,945.44
MAYO	\$ 790.03	\$ 3,172.80
JUNIO	\$ 721.33	\$ 2,861.84
JULIO	\$ 660.06	\$ 2,618.05
AGOSTO	\$ 505.36	\$ 2,126.99
SEPTIEMBRE	\$ 558.36	\$ 2,293.10
OCTUBRE	\$ 677.55	\$ 2,792.76
NOVIEMBRE	\$ 599.23	\$ 2,519.30
DICIEMBRE	\$ 572.72	\$ 2,405.18

Tabla 4.2. Costos monetarios mensuales para ambos edificios aplicando las mejoras en las luminarias de Insaforp.

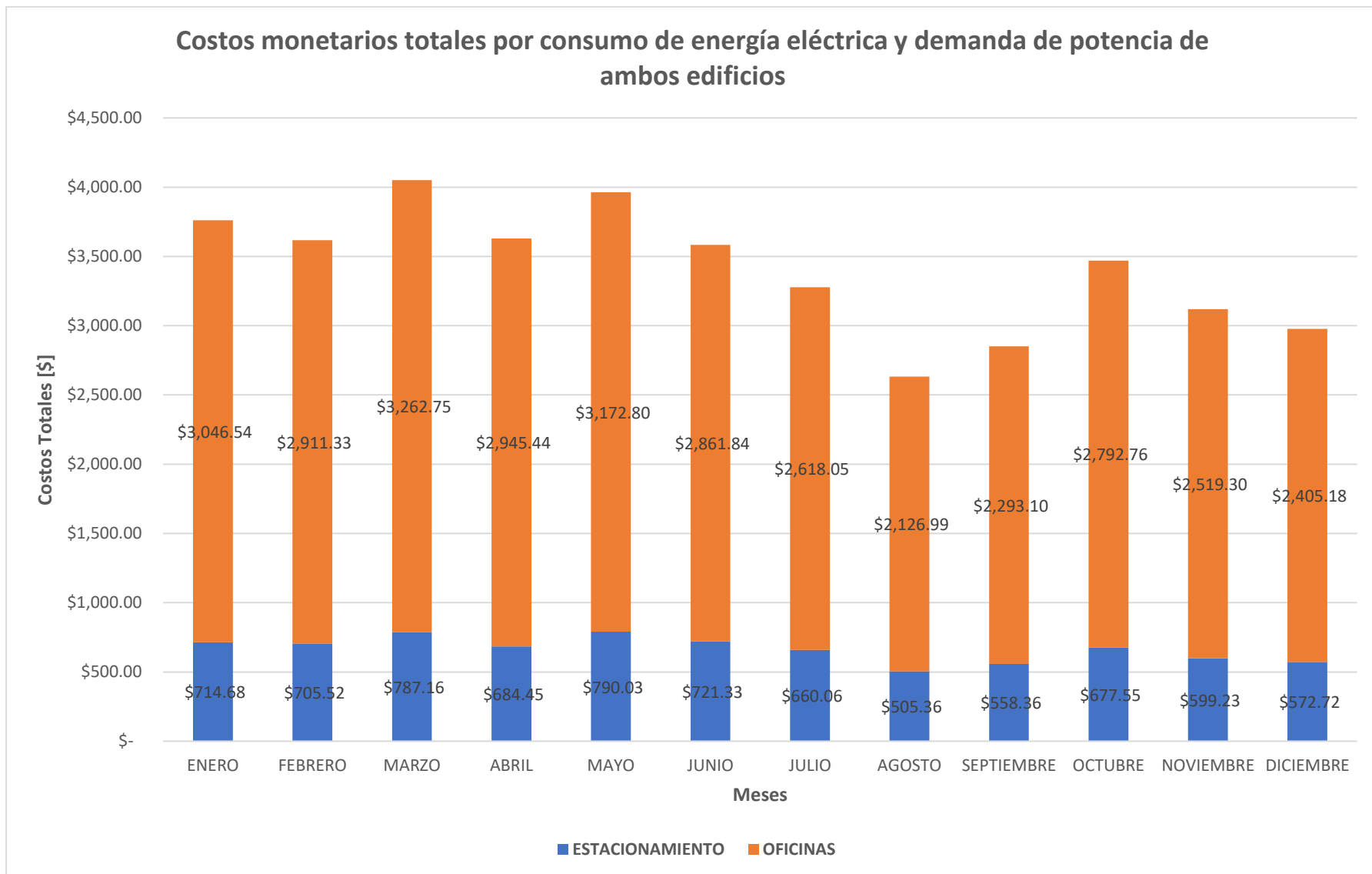


Gráfico 4.1. Costos monetarios totales por consumo de energía y demanda de potencia de ambos edificios.

Una vez se ha determinado los criterios económicos y técnicos, lo que queda es poner en marcha el plan de acción de eficiencia energética, es decir, si la institución desea reducir gastos económicos dentro de su sistema, sobre todo los gastos económicos derivados de la utilización de energía, deberá de acatar las medidas propuestas por este trabajo y velar por el cumplimiento de ellas.

Para ello, se establecerá un sistema de control y seguimiento periódico de la situación energética de las instalaciones de Insaforp, estableciendo un programa organizado donde pueda registrarse los resultados que se pueden obtener acerca del ahorro energético. Este programa puede contener lo siguiente:

Control

- Debe crearse un comité energético que ejecutarán y darán seguimiento a las acciones identificadas y determinarán metas de ahorro energético en cada instalación.
- Un medio de comunicación entre los encargados de las distintas instalaciones para reportar al comité los resultados de sus esfuerzos del rendimiento energético de las instalaciones.
- Incentivar la conciencia energética a los usuarios por medio de: afiches con información, cartas dirigidas a todos los empleados, calcomanías a colocar cerca de equipos a utilizar de forma más racional, boletines informativos, jornadas educativas, videos, camisetas, concursos, premios y reconocimientos.
- Se debe evaluar la aplicación de las medidas en un período de tiempo determinado; como propuesta puede ser cada 3 meses.

Seguimiento

- Se realizará mediante el registro periódico y permanente de los consumos de energía, en donde se podrá dar seguimiento al cumplimiento de las metas establecidas para cada inmueble, para esto se requiere la adquisición de equipos de medición por edificio o, en todo caso por medio de la verificación en las facturas de electricidad.
- Se identificará la efectividad de las estrategias de motivación de la implementación del plan de acción.
- El comité deberá permanecer en constante capacitación.

Metas de ahorro

- Se deberá elaborar un programa que establezca la inversión requerida, las metas de ahorro, los indicadores de seguimiento, así como los mecanismos presupuestarios que permitan respaldar la inversión para implementar dichas medidas.
- Se propondrán nuevas estrategias y nuevas metas.

Un programa de gestión de la energía solo puede tener éxito si se despierta y mantiene el interés participativo de los empleados de las instalaciones. La comunicación con los empleados sobre el tema de la energía se puede lograr de muchas maneras diferentes tales como: debate cara a cara, seminarios y talleres, distribución de material informativo y descriptivo, presentaciones de diapositivas e imágenes en movimiento, y lo más importante de todo, la práctica sincera de la conservación de la parte de la gestión en todo momento.

CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

En la revisión energética se detectaron carencias a nivel de gestión energética en las tres categorías de luminarias, aire acondicionado y equipos eléctricos, y a la vez ideas de mejoras. Entre las que se tienen las siguientes:

Luminarias

- Como se mostró anteriormente, el edificio posee muchas luminarias fluorescentes, por esa razón el consumo asciende bastante debido a que son demasiadas, por esa razón es recomendable sustituir las luminarias fluorescentes por sistema led.

Aires Acondicionados

- Considerar colocar cortasoles u otro sistema que ayude a disminuir las altas temperaturas para aquellas áreas donde el sol incide directamente, la utilización de estos elementos conlleva a una disminución de temperatura interna.
- Instalar equipos con una EER alta para tener bajo consumo y calcular su suministro e instalación en proporción al área de enfriamiento.

Equipo eléctrico

- Por la naturaleza de estos equipos son utilizados durante toda la jornada laboral, por lo cual es inevitable el uso constante. Por lo cual se recomienda el uso eficiente de estos equipos primero por la concientización del personal sobre el uso adecuado de estos equipos. Tomar en cuenta la medida que vaya reemplazando equipos actuales por deterioro considerar en la compra de los nuevos equipos la eficiencia energética de estos.
- La implementación eficaz de la norma proporciona un enfoque sistemático para la mejora del desempeño energético que puede transformar la manera en la que las organizaciones gestionan la energía, ya que, al integrar la gestión de la energía a la práctica del negocio, las organizaciones pueden establecer un proceso de mejora continua del desempeño energético.

Elaboración de una base de datos con la información necesaria de las instalaciones del edificio de Insaforp, que comprenda un inventario de equipos de oficina y cocina, equipos de aire acondicionado y luminarias conteniendo datos técnicos y operativos, también realizar un censo periódico de la cantidad de personal que hacen uso de las distintas instalaciones y así permitir la recopilación de los mismos de una manera ágil y eficaz.

Efectuar auditorias energéticas a las instalaciones de Insaforp de manera constante y periódica de tal manera que se tenga un conocimiento operativo de estas, valorando las condiciones de las propuestas metodológicas para cada auditoría en cuanto a la aplicación

de medidas de eficiencia y ahorro energético y creando nuevas acciones de manera de mejorar el uso adecuado de la energía eléctrica por cada auditoría.

Instalar en cada una de las edificaciones un sistema de equipos de medición que permitan el monitoreo de parámetros eléctricos del uso energético que se hace en cada uno de ellos para poder realizar las medidas correspondientes de ahorro energético, así como tener un registro sobre el uso de la energía y potencia de cada edificio para posteriores estudios en los mismos.

Elevar la eficiencia energética a nivel de las autoridades del Insaforp para que exista un plan adecuado de ahorro energético en los edificios y en la cultura de las personas, docentes, administrativos y estudiantes creando una estructura interna dentro de las autoridades superiores teniendo como función velar por el cumplimiento de acciones hacia un ahorro energético en las distintas instalaciones.

Fomentar el uso de las herramientas informáticas de análisis térmico y energético como es el caso de este trabajo que su motor de cálculo es EnergyPlus para el análisis y diseño de cualquier edificio futuro de Insaforp junto con herramientas (metodología y normas) que ayuden a evaluar los rendimientos de operación energética en las instalaciones.

CONCLUSIONES

Habiendo realizado un levantamiento eléctrico en el edificio del Insaforp y con el apoyo de herramientas informáticas como los son los softwares SketchUp, OpenStudio y EnergyPlus se ha realizado un estudio de análisis de eficiencia energética con un desarrollo general, en el cual, aplicando las medidas y criterios de ingeniería, se presenta un modelo base; dicho modelo arroja resultados de manera puntual, en las cuales nos muestra cuales son las deficiencias o desfases tecnológicos que conllevan al alto consumo energético en el edificio del Insaforp.

Por medio de las herramientas y software se ha diseñado y se ha simulado la operación y consumo eléctrico del edificio de Insaforp tanto como el edificio de oficinas administrativas como el edificio de estacionamiento. Arrojándonos resultados de consumo energético anual en el edificio del estacionamiento de 50,652.38 KWh/año, de los cuales el consumo eléctrico de este edificio se divide en diferentes rubros. Para el rubro de iluminación se obtiene un porcentaje del 32.61%, equipo eléctrico del 23.71% y acondicionamiento y confort del 43.66%.

La simulación del modelo base para el edificio de oficinas administrativas nos arrojan un resultado de consumo eléctrico anual de 209,684.09 KWh/año de los cuales podemos afirmar que dicho consumo lo aportan los diferentes rubros en los porcentajes siguientes: iluminación 18.24%, equipo eléctrico 40.72% y acondicionamiento y confort 41.05%.

Se implementó recomendaciones basadas en la implementación de la norma ISO 50001 la cual es un sistema de gestión energética; y nos aporta directrices a seguir para el buen uso de la energía eléctrica, así como también nos impulsa al uso de energía limpia.

Se simuló un modelo de mejoramiento energético para los edificios del Insaforp obteniendo los resultados siguientes respectivamente:

El consumo anual, posterior a la aplicación de mejoras en el edificio del estacionamiento es de 33,665.30 KWh/año. Obteniendo un ahorro energético anual de 16,987.08 KWh/año, es decir, un ahorro del 33.53%.

El consumo anual, posterior a la aplicación de mejoras en el edificio de oficinas es de 190.443.65 KWh/año. Obteniendo un ahorro energético anual de 19.240.44 KWh/año, es decir, un ahorro del 9.17%.

BIBLIOGRAFÍA

- Introduction to Building Simulation and EnergyPlus. Undergraduate Course Curriculum Information.
- Material preparado por: GARD Analytics, Inc. and University of Illinois at Urbana-Champaign under contract to the National Renewable Energy Laboratory. All material Copyright 2002-2003 U.S.D.O.E.
- IEEE Std 739-1995, IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities (IEEE Bronze Book), American National Standard (ANSI).
- Building Technology Program. U.S Department of Energy. <http://www1.eere.energy.gov/buildings/>
- Juan Pablo Cartagena (2012), “Eficiencia Energética en los Edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura”, San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.
- ASHRAE. 2007. ASHRAE Handbook – Fundamentals. Chapter 26, THERMAL AND WATER VAPOR TRANSMISSION DATA, Table 4 Typical Thermal Properties of Common Building and Insulating Materials—Design Values. Chapter 30, Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations, Table 19 Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Wall and Roof Descriptions. Chapter 39 Physical Properties of Materials, Table 3 Properties of Solids. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE. 2004. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, ASHRAE Standard 90.1-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE. 2004. Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings, ASHRAE Standard 90.2-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE. (2001). ASHRAE Standard 62.1-2001 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Eficiencia Energética Tatiana Salazar
Unidad de Capacitación y Asistencia Técnica – UCATEE
<http://www.cnpml.org.sv/ucatee/UCATEEBreve/ee.aspx>

- Consejo Nacional de Energía (2018), “Plan indicativo de la expansión de la generación eléctrica de El Salvador 2019-2028”, San Salvador, El Salvador: CNE
- Eficiencia energética en edificios: <https://www.rehau.com/es-es/que-es-eficiencia-energetica-edificio>.
- Roberto Balmore Galán Parras (2014), “Estudio de demanda energética utilizando software y hardware libre en el Edificio de Ingeniería Industrial, UES”, San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Boletín de Estadísticas Eléctricas
Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)
<http://www.siget.gob.sv/>
- LightingEUROPE (2018), Guidance paper, “Evaluating Performance of LED based Luminaires”.

ANEXOS

A. PLIEGOS TARIFARIOS DEL AÑO 2020 PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

La distribución y comercialización en la institución es regida por la Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A. de C.V., por lo que las tarifas eléctricas corresponden al año 2020 para grandes demandas.

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES									
TARIFAS									
PRECIOS MAXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO									
VIGENTES A PARTIR DEL 1 DE ENERO DE 2020									
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	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.161105	0.162156	0.171810	0.175575	0.182910	0.156956	0.152466	0.130563
Energía en Resto	US\$/kWh	0.151266	0.148066	0.145956	0.145075	0.143318	0.146397	0.140503	0.122939
Energía en Valle	US\$/kWh	0.157906	0.159964	0.170651	0.174014	0.182336	0.151048	0.148187	0.133776
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	14.115286	21.650103	22.478056	27.053425	28.524170	30.306585	16.977625	19.925676
MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO	
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.149248	0.148437	0.156692	0.156560	0.162123	0.145669	0.144920	0.115388
Energía en Resto	US\$/kWh	0.140132	0.135539	0.133113	0.129363	0.127030	0.135870	0.133549	0.108650
Energía en Valle	US\$/kWh	0.146284	0.146431	0.155635	0.155168	0.161614	0.140187	0.140852	0.118228
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.897177	6.807398	12.742309	17.364691	18.583652	9.432471	10.398888	5.133835

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES									
TARIFAS									
PRECIOS MAXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO									
VIGENTES A PARTIR DEL 15 DE ENERO DE 2020									
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	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.144275	0.140755	0.150621	0.153190	0.161172	0.134893	0.137528	0.112320
Energía en Resto	US\$/kWh	0.134025	0.129629	0.131203	0.131571	0.130832	0.125489	0.130393	0.098747
Energía en Valle	US\$/kWh	0.141896	0.138540	0.148157	0.151111	0.159055	0.130382	0.133616	0.110330
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	14.115286	21.650103	22.478056	27.053425	28.524170	30.306585	16.977625	19.925676
MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO	
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.133656	0.128847	0.137368	0.136600	0.142855	0.125193	0.130721	0.099265
Energía en Resto	US\$/kWh	0.124161	0.118662	0.119659	0.117322	0.115963	0.116465	0.123939	0.087270
Energía en Valle	US\$/kWh	0.131452	0.126820	0.135120	0.134745	0.140979	0.121007	0.127003	0.097507
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.897177	6.807398	12.742309	17.364691	18.583652	9.432471	10.398888	5.133835

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

TARIFAS

**PRECIOS MAXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO
VIGENTES A PARTIR DEL 15 DE ABRIL DE 2020**

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	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:								
Energía en Punta US\$/kWh	0.145138	0.141132	0.149117	0.151611	0.157120	0.135404	0.136049	0.086400
Energía en Resto US\$/kWh	0.133129	0.129741	0.129597	0.128824	0.128006	0.125877	0.128507	0.083112
Energía en Valle US\$/kWh	0.145507	0.141669	0.150659	0.152508	0.159054	0.134452	0.133874	0.120939
Cargo de Distribución:								
Potencia: US\$/kW-mes	14.115286	21.650103	22.478056	27.053425	28.524170	30.306585	16.977625	19.925676

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:								
Cargo Fijo US\$/Usuario-m	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:								
Energía en Punta US\$/kWh	0.134456	0.129192	0.135996	0.135191	0.139264	0.125667	0.129316	0.076358
Energía en Resto US\$/kWh	0.123331	0.118765	0.118193	0.114872	0.113459	0.116825	0.122147	0.073452
Energía en Valle US\$/kWh	0.134798	0.129684	0.137402	0.135991	0.140977	0.124784	0.127248	0.106882
Cargo de Distribución:								
Potencia: US\$/kW-mes	6.897177	6.807398	12.742309	17.364691	18.583652	9.432471	10.398888	5.133835

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

TARIFAS

**PRECIOS MAXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO
VIGENTES A PARTIR DEL 15 DE JULIO DE 2020**

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	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:								
Energía en Punta US\$/kWh	0.120667	0.114849	0.122746	0.122395	0.124630	0.113159	0.161244	0.084952
Energía en Resto US\$/kWh	0.097506	0.095753	0.096238	0.095323	0.091974	0.098702	0.140851	0.067331
Energía en Valle US\$/kWh	0.121795	0.113934	0.123265	0.123286	0.125839	0.110372	0.162128	0.082649
Cargo de Distribución:								
Potencia: US\$/kW-mes	14.115286	21.650103	22.478056	27.053425	28.524170	30.306585	16.977625	19.925676

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:								
Cargo Fijo US\$/Usuario-m	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:								
Energía en Punta US\$/kWh	0.111786	0.105133	0.111946	0.109140	0.110466	0.105734	0.153263	0.075078
Energía en Resto US\$/kWh	0.090330	0.087653	0.087770	0.084999	0.081521	0.092226	0.133880	0.059505
Energía en Valle US\$/kWh	0.112831	0.104295	0.112418	0.109934	0.111537	0.103130	0.154104	0.073043
Cargo de Distribución:								
Potencia: US\$/kW-mes	6.897177	6.807398	12.742309	17.364691	18.583652	9.432471	10.398888	5.133835

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

TARIFAS

**PRECIOS MAXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO
VIGENTES A PARTIR DEL 15 DE OCTUBRE DE 2020**

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	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.140437	0.132109	0.145570	0.146763	0.153478	0.127950	0.132742	0.090604
Energía en Resto	US\$/kWh	0.116724	0.113663	0.117644	0.118293	0.116140	0.106772	0.118147	0.071049
Energía en Valle	US\$/kWh	0.137478	0.127503	0.141759	0.143527	0.149709	0.117908	0.128984	0.078768
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	14.115286	21.650103	22.478056	27.053425	28.524170	30.306585	16.977625	19.925676

MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO

	CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO	
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US\$/Usuario-m	12.301090	14.378400	11.272361	13.107377	11.931460	18.784054	16.463460	6.808152
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US\$/kWh	0.130101	0.120933	0.132761	0.130868	0.136035	0.119555	0.126172	0.080073
Energía en Resto	US\$/kWh	0.108133	0.104047	0.107293	0.105481	0.102941	0.099766	0.112299	0.062791
Energía en Valle	US\$/kWh	0.127360	0.116716	0.129286	0.127982	0.132695	0.110172	0.122600	0.069613
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US\$/kW-mes	6.897177	6.807398	12.742309	17.364691	18.583652	9.432471	10.398888	5.133835

B. FACTURAS DEL EDIFICIO CORRESPONDIENTES AL AÑO 2020



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Calle 19 de Mayo y Calle 68 de Bogotá, Santa Tecla, Guatemala

NC
207043301

ST 78 14 - 2
Titular de pago:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS -31670-FI
NRC: NIT0614 02083-105-6
Titular de contrato:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Oficina comercial ST 78 14 - 2
Dirección de suministro:
ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS -31670-FI ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA EDIF DYM
Santa Tecla
Código de suministro: 000003178840211873545
Fecha facturación: 28/01/2020
Carga contratada: 100.00
Carga MT con Med: 150.00

MD- 106314 2222
FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
12653491
19DS000U2333448
NIC: 89895-5
NET: 0614-16195-100-3
Ciclo: transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

Das Facturadas: 31
Mes Facturado: 01/2020
Fecha Emisión: 16/01/2020

PERIODO
Desde: 17/12/2019
Hasta: 16/01/2020

28/01/2020

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA		
VENTAS GRAVADAS		16.31
Cargo de comercialización		1.15
Cargo tasa municipal por cuota		432.10
Cargo por energía punta		354.31
Cargo por energía valle		1,808.57
Cargo por energía resto		502.79
Cargo distribución (Potencia)		3,205.20
SUBTOTAL ENERGIA		3,205.20
TOTAL DEL MES		3,205.20

DATOS DEL SUMINISTRO

POS DE CONSUMO	MEDIDOR	UNID.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
12653491	106314	160.000	KWH	1.500
1118	106314	160.000	KWH	1.500
1120	106314	160.000	KWH	1.500
12653491	106314	160.000	KWH	1.500
12653491	106314	1.000	PP	0.000


LECTURAS Y CONSUMOS

POS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
1120	5,331.900	5,347.900	2098.400
1118	1,524.000	1,551.900	2158.900
12653491	36,462.700	36,536.000	11903.900
12653491	0.490	0.474	76.278
12653491	0.960	0.940	0.940

PRECIO TARIFFAS APLICADAS \$

MEDIDOR	FINAL	CONSERVACIÓN	CARGO TIPO	VALOR	DISTRIBUCIÓN		
1/10/2019	01/01/2020	14.47280	1	0.199407	0.135028	0.180301	0.821080
1/01/2020	15/01/2020	14.37840	1	0.198407	0.135028	0.180491	0.817380
1/01/2020	16/01/2020	14.37840	1	0.198407	0.135028	0.180491	0.817380

GRÁFICA DE CONSUMO



Consumo: 19,926 kWh
Consumo: 20,722 kWh
Consumo: 20,267 kWh
Consumo: 19,440 kWh
Consumo: 19,863 kWh
Consumo: 18,562 kWh

Consumo total: 130,960 kWh


ALCALDIA MUNICIPAL

SUBTOTAL: **3,176.84**

Retención 1% IVA: -26.36

TOTAL A PAGAR: 3,176.84

DELSUR 20200116 226726



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica


NC
207043301

Titular de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Dirección de cobro: ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS -31670-FI ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA EDIF DYM
Mes facturados: 01/2020
Fecha de vencimiento: 28/01/2020

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
12653491
19DS000U2333448
NIC: 89895-5
NET: 0614-16195-100-3
Ciclo: transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

VENTAS GRAVADAS	3,205.20
IVA RETENIDO	-26.36
TOTAL A PAGAR (DOLAR)	3,176.84

No escribir ni sellar sobre el código de barras



2214 0000 3176 8402 1187 3545

Comprobante Ingreso DELSUR



Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A. de C.V.
 Piedad 11 de marzo y Calle de República Santa Fe de la Esperanza

NC
 207043301

ST_78_14 - 2

MD- 10314 8257

Titular de pago:
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIQUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SEMENS 31075 FI

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 13038229
 19DS000U2726685

NRC: N10014-02060-105-0

NRC 89095-5
 NIT: 0034-3095-101-3
 Otro: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

Titular de contrato:
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Oficina comercial ST_78_14 - 2

Dirección de suministro:
 ANTIQUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SEMENS 31075 FI ANTIQUO CUSCATLAN C PANAM PARO IND STA ELENA EDIF SIEMENS 31075 FI
 T: GMH 011400003183580219995487 Potencia contratada Potencia facturada
 0.000 kWh MT con Med 78.85 78.85

Días Facturados: 29 PERIODO Desde: 17/01/2020 Hasta: 26/02/2020
 Mes Facturado: 02/2020
 Fecha Emisión: 14/02/2020

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA		
VENTAS GRAVADAS		
Cargo de generalización		16.26
Cargo tasa municipal por posta		1.36
Cargo por energía punta		365.49
Cargo por energía valle		274.62
Cargo por energía resto		1,944.58
Cargo Distribución (Potosia)		589.65
SUBTOTAL ENERGIA		3,192.96
CONCEPTOS NO GRAVADOS		
Copago Energía No Servicio 202002		-1.11
SUBTOTAL NO GRAVADOS		-1.11
TOTAL DEL MES		3,191.84

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	MEJOROR	MLT.	TPO	CORRIENTE DE FASE
Punta	100014	100.000	KWH	1.500
Valle	100014	100.000	KWH	1.500
Resto	100014	100.000	KWH	1.500
Potencia	100014	100.000	KW	1.500
PF	100014	1.000	PF	0.050

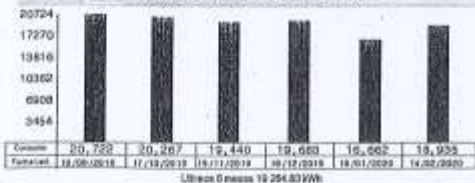
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Punta	5,347.500	5,363.400	237.200
Valle	5,997.300	5,944.100	1916.300
Resto	36,536.000	36,625.300	14502.300
Potencia	0.474	0.472	76.553
PF	0.940	0.945	0.865

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

MCO	FINAL	COMERCIALIZACIÓN	CARGO Fijo	COEF. PRODUCTIVA	REGIO	VALOR	DISTRIBUCION
05/01/2020			14.378430	1	0.128847	0.118802	0.126203
							4.801398

GRÁFICA DE CONSUMO



Retención IVA
 -28.26

SUB TOTAL **3,163.58**

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado: Cuenta:

Detalle Importe dolares

TOTAL ALCALDIA

3,163.58

SE DESARROLLA EN EL MARCO DE LA LEY DE CREDITO Y GARANTIA DE LOS SERVICIOS FINANCIEROS Y DE LAS OPERACIONES DE CREDITO Y GARANTIA, EN EL MARCO DE LA LEY DE CREDITO Y GARANTIA DE LOS SERVICIOS FINANCIEROS Y DE LAS OPERACIONES DE CREDITO Y GARANTIA.

DELSUR_20200214_223400



Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A. de C.V.
 Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 13038229
 19DS000U2726685
 NRC 89095-5
 NIT: 0034-3095-101-3
 Otro: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

NC 207043301
 Titular de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIQUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SEMENS 31075 FI ANTIQUO CUSCATLAN C PANAM PARO IND STA ELENA EDIF SIEMENS 31075 FI
 Dirección de cargo:
 Mes facturado: 02/2020
 Fecha de vencimiento: 26/02/2020

VENTAS GRAVADAS 3,192.95
 CONCEPTOS NO GRAVADOS -1.11
 IVA RETENIDO -28.26

SE DESARROLLA EN EL MARCO DE LA LEY DE CREDITO Y GARANTIA DE LOS SERVICIOS FINANCIEROS Y DE LAS OPERACIONES DE CREDITO Y GARANTIA, EN EL MARCO DE LA LEY DE CREDITO Y GARANTIA DE LOS SERVICIOS FINANCIEROS Y DE LAS OPERACIONES DE CREDITO Y GARANTIA.



TOTAL A PAGAR **3,163.58**

No escribir ni sellar sobre el código de barras Comprobante ingreso DELSUR



Grupo ep

Distribuidor de Energía DELSUR, S.A. de C.V.
Tratamiento, distribución y transmisión de Energía Eléctrica



Titular de pago: 19974
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
CALLE SIENES - 31073-PT C PRAN PRAN IND STA ELENA CALLE SIENES

IMP: 011-40660-064
Título de cobro: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
13455926

No. 13008003/03885
IMP No. 8500-3
SIT: 0874-18195-181-3
SIP: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

Últar Facturado:	031	Fecha:	15/02/2020	Período:	01/01/2020 - 31/01/2020
Mes Facturado:	03/2020	Fecha:	16/03/2020		
Fecha Servicio:	17/03/2020				

Oficina Central: 27-76-14-3 Dirección de suministro: ANTIPOD CUCATLAN UNO INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIENES - 31073-PT C PRAN PRAN IND STA ELENA CALLE SIENES
Tarifa: 061 879 Pct. cobradas Pct. facturada
Carga Día 27 0219 0000 0188 0100 0873 107 89 01.65
Mes Servicio: 01.65

DETALLE DE FACTURACION

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA VENTAS GRABADAS

Cargo de comercialización	19.25
Cargo tasa municipal per parte	1.22
Cargo por energía punta	418.53
Cargo por energía valle	300.22
Cargo por energía resto	8,855.84
Cargo Distribución (Potencial)	826.37
SUBTOTAL VENTAS GRABADAS	1,420.23
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS DE OTROS CARGOS/ABONOS NO GRABADOS	
Compens Energía no Servicio 202003	-6.42
SUBTOTAL VENTAS NO GRABADAS	-6.42
Total del Mes	1,413.81

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONTADOR	MEDIDOR	VOLT.	TIPO	CONSUMIVO DE MES
Punta	100314	180.000	XMH	1.800
Valle	100314	180.000	XMH	1.800
Resto	100314	180.000	XMH	1.800
Potencial	100314	180.000	AV	1.800
FF	100314	1.800	FF	8.800

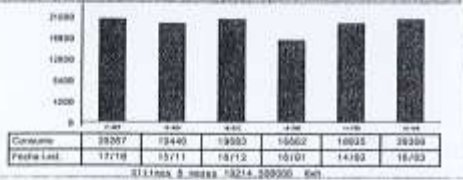
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONTADOR	LECTURA	ACCUM.	CONSUMIDO
Punta	2,303.488	8,381.100	2,674.498
Valle	2,349.188	3,882.800	2,084.900
Resto	30,825.306	34,719.788	12,330.848
Potencial	0.472	0.893	81.687
FF	0.000	0.307	8.987

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

CARGO	PRECIO	CARGO VALLE	PRECIO	CARGO PUNTA	PRECIO	CARGO RESTO	PRECIO
0.000	0.000	0.307	0.307	0.000	0.000	0.000	0.000

GRAFICA DE CONSUMO



Retención IVA 30.22
SUBTOTAL 1,383.53

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO: CUENTA:

DETALLE DE DEBITO SOLICITADO

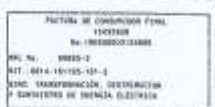
TOTAL ALCALDÍA	0.00
----------------	------

TOTAL A PAGAR (N+)
3,389.53

El consumidor de la energía eléctrica es responsable de pagar el importe de la factura de conformidad con las condiciones de servicio de energía eléctrica que se encuentran en el contrato de suministro de energía eléctrica. No se permite el pago de facturas por adelantado.
SOLICITA EN: 2020-03-04 08:58:23



IMP: 011-40660-064
Título de cobro: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Dirección de cobro: ANTIPOD CUCATLAN UNO INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIENES - 31073 PT C PRAN PRAN IND STA ELENA CALLE SIENES
Mes Facturado: 03/2020
Fecha de Inactivación: 31/03/2020



VENTAS GRABADAS	3,389.53
CONCEPTOS NO GRABADOS	-6.42
IVA	0.00
TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00
IMPUESTOS MUNICIPALES	0.00

TOTAL A PAGAR (N+)
3,389.53



No escribas ni sellas sobre el código de barras Comprobante ingreso DELSUR



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
 Prol 17 Av. Norte y Calle al Bispo, Centro Socio. La Libertad

NC
207043301

ST_78_14 - 2 MD- 105314 9580

Titular de pago:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIQUO CUSCATLAN UNB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 310731
 NRC: NIE 0614-02033-106-0 NRC 89895-5
 Titular de contrato:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Oficina comercial: ST_78_14-2 Dirección de suministro:
Santa Tecla ANTIQUO CUSCATLAN UNB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 310731 ANTIQUO CUSCATLAN C PANAM PARO IND STA ELENA EDIF

Días Facturado: 31
 Mes Facturado: 04/2020 Desde: 17/03/2020
 Fecha Emisión: 18/04/2020 Hasta: 16/04/2020 **30/04/2020**

Tipo: DMH NIT: 0044-16195-101-5
 Gastos Dem MT con IVA: 100.00 Potencia contratada: 100.00
 Potencia facturada: 81.89

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA		
VENTAS GRAVADAS		
Cargo de comercialización		16.26
Cargo tasa municipal por poste		1.24
Cargo por energía panla		314.63
Cargo por energía valle		321.63
Cargo por energía resto		1,119.34
Cargo Distribución (Potencia)		628.37
SUBTOTAL ENERGIA		2,401.36
CONCEPTOS NO GRAVADOS		
Concepto Energía no Servida 202004		-0.08
SUBTOTAL NO GRAVADOS		-0.08
TOTAL DEL MES		2,401.27



DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
Panla	106314	160.000	KWH	1.500
Valle	106314	160.000	KWH	1.500
Resto	106314	160.000	KWH	1.500
Potencia	106314	160.000	KW	1.500
PF	106314	1.000	FP	0.000

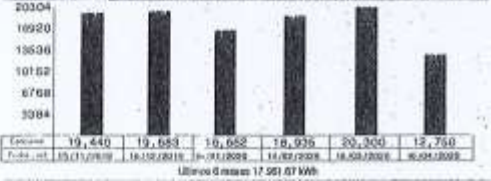
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Panla	5,381.100	5,254.400	2159.300
Valle	3,852.000	3,925.800	2541.120
Resto	30,719.700	36,771.100	9347.350
Potencia	0.303	0.303	91.687
PF	0.367	0.952	0.952

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

PRECIO FINAL	COMERCIALIZACION	CARGO fijo	CARGO variables	IMPORTE	RETRIBUCION
15/01/2020	15.27488	0.108847	0.118662	0.180209	4.827390
15/04/2020	14.37680	0.109102	0.128195	0.180684	4.827390

GRÁFICA DE CONSUMO



Retención 1% IVA -21.28

SALDO PENDIENTE 3,419.80
 SUB TOTAL **5,799.82**

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado	Cuenta
Detalle	Importe dólares
TOTAL ALCALDÍA	

TOTAL A PAGAR (A+B) DOLARES 5,799.82

SE DESARROLLA EN EL AMBITO DE LA LEY DE CALIDAD DEL SERVICIO DEL SECTOR DE ENERGIA Y DE LAS TELECOMUNICACIONES, DE ACUERDO CON LA LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA, EN EL MARCO DE LA LEY DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA, EN EL MARCO DE LA LEY DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA, EN EL MARCO DE LA LEY DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA.



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
 Distribución, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
13870857
1905000U3577676
 NRC 89895-5
 NIT: 0044-16195-101-5
 Civo: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

NC **207043301**
 Titular de pago: **INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL**
 Dirección de cobro: **ANTIQUO CUSCATLAN UNB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 310731/ANTIQUO**
 Mes facturado: **04/2020**
 Fecha de vencimiento: **30/04/2020**

VENTAS GRAVADAS 2,401.35
 CONCEPTOS NO GRAVADOS -0.08
 SALDO PENDIENTE 3,419.80
 IVA RETENIDO -21.25

SE DESARROLLA EN EL AMBITO DE LA LEY DE CALIDAD DEL SERVICIO DEL SECTOR DE ENERGIA Y DE LAS TELECOMUNICACIONES, DE ACUERDO CON LA LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA, EN EL MARCO DE LA LEY DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA, EN EL MARCO DE LA LEY DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA, EN EL MARCO DE LA LEY DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA.



TOTAL A PAGAR (A+B) DOLARES 5,799.82

No escribir ni sellar sobre el código de barras Comprobante ingreso DELSUR



Día de vencimiento: 29
 Mes facturado: 05/2020
 Fecha de emisión: 18/05/2020

ST 78.14 - 2
 Titular de pago:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ARTÍCULO CUSCAYAN INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 61003131 QUA
 NRC: FII061400093-105-0
 Titular de contrato:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Oficina comercial ST 78.14 - 2
 Sana Tech
 CUSCAYAN INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 61003131 QUA
 Tipo: GWH
 Gran Dem MT con Mod. Potosí

MD- 105314 0170
FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
14258397
19DS000U3974760
 TDC: 62695-5
 HT: 0614-36195-101-5
 Glos: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica
 Dirección de suministro:
ARTÍCULO CUSCAYAN INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 61003131 QUA
 Potencia contratada: 10000
 Potencia facturada: 6189

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA		
VENTAS GRAVADAS		
Cargo de coeroalización		16.25
Cargo tasa municipal por goeste		1.18
Cargo por energía goeste		327.17
Cargo por energía valle		356.40
Cargo por energía resto		1,264.94
Cargo Distribución (Potencia)		506.97
SUBTOTAL ENERGIA		2,510.91
DETALLE DE OTROS CARGOS/IMPUESTOS		
VENTAS DE OTROS CARGOS/IMPUESTOS		
Interés por mora		41.50
SUBTOTAL OTROS GRAVADOS		41.50
TOTAL DEL MES		2,552.41

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONSUMO	RESOLUCION	UNID	UPO	COCFICIENTE DE FER.
Punta	108314	100.000	KWH	1.500
Valle	108314	100.000	KWH	1.500
Resto	108314	100.000	KWH	1.500
Potencia	108314	100.000	VA	1.500
FP	108314	1.000	FF	0.950

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Punta	5,161,400	4,488,200	724,100
Valle	3,177,800	3,989,600	724,100
Resto	30,771,100	30,929,400	108,200
Potencia	0.503	0.503	81.687
FP	0.952	0.950	0.950

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

CARGO	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARGO COEROALIZACION	1.000	16.25	16.25
TASA MUNICIPAL GOESTE	1.000	1.18	1.18
CARGO ENERGI GOESTE	1.000	327.17	327.17
CARGO ENERGI VALLE	1.000	356.40	356.40
CARGO ENERGI RESTO	1.000	1,264.94	1,264.94
DISTRIBUCION	1.000	506.97	506.97
INTERES MOROSIDAD	1.000	41.50	41.50
TOTAL			2,552.41



Retención 1% IVA: -22.04

GR TOTAL: 2,588.79

ALCALDIA MUNICIPAL

Más facturado: Cuentas

Detalle: Importe de facturas

TOTAL ALCALDIA

TOTAL A PAGAR (A+B) DOLARES: 2,568.79

DELSUR Grupo-epny

NC 207043301
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ARTÍCULO CUSCAYAN INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 61003131 QUA
 Dirección de cobro: CUSCAYAN INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 61003131 QUA
 Mes facturado: 05/2020
 Fecha de vencimiento: 29/05/2020

VENTAS GRAVADAS 2,552.41
IVA RETENIDO -22.04

TOTAL A PAGAR (A+B) DOLARES: 2,568.79

No escribir ni sellar sobre el código de barras
 Compré este ingreso DELSUR



Establecimiento de Electricidad DELSUR S.A. de C.V.
 Calle 15 de Noviembre y Calle 15 de Septiembre, Santa Elena, La Libertad

PERIODO
 Mes Facturado: 06/2020 Desde: 16/05/2020 Hasta: 15/06/2020
 Fecha Emisión: 16/06/2020

ST_78_14 - 2 MD- 106314 6224
 Titular de pago:
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31079 FI
 NRC: 09895-5
 Titular de contrato: NIT: 0614-10195-101-5
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Oficina comercial: ST_78_14-2 Dirección de suministro:
 Santa Tecla ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31079 FI ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31079 FI
 Tarifa (GMH) 400002692740252061215 102.00 81.89
 Gran Dem MT con Med. No tiene

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 14610785
 190600014334446
 NRC: 09895-5
 NIT: 0614-10195-101-5
 Giro: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA VENTAS GRAVADAS

Cargo de comercialización	16.25
Cargo tasa municipal por poste	1.18
Cargo por energía punta	342.77
Cargo por energía valla	303.19
Cargo por energía resto	1,334.87
Cargo Distribución (Potencia)	608.37
SUBTOTAL ENERGIA	2,717.62
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compens Energía no Servida 202006	-0.83
SUBTOTAL NO GRAVADOS	-0.83
TOTAL DEL MES	2,716.79

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	MEDIDOR	ANEL	TIPO	COEFICIENTES DE PER.
Punta	106314	160.000	KWH	1.500
Valla	106314	160.000	KWH	1.500
Resto	106314	160.000	KWH	1.500
Potencia	106314	160.000	KW	1.500
FP	106314	1.000	FP	0.000

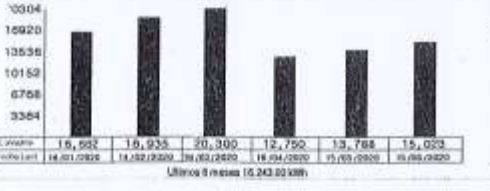
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Punta	5,408,203	5,422,700	2354,800
Valla	3,389,800	4,005,900	2273,800
Resto	38,828,200	38,892,400	10993,200
Potencia	0,503	0,503	81,287
FP	0,390	0,347	0,547

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

TIPO	ANEL	COMERCIALIZACION	LOCAL	PUNTA	RESTO	VALLA	DISTRIBUCION
06/04/2020	14-31840	1	0.00000	0.11870	0.10694	0.80700	

GRÁFICA DE CONSUMO



Retención 1% IVA -24.05

SUS TOTAL **2,692.74**

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado: Cuenta:

Detalle: Importe dólares

TOTAL ALCALDÍA **2,692.74**

DELSUR 20200616_104934



Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A. de C.V.
 Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 14610785
 190600014334446
 NRC: 09895-5
 NIT: 0614-10195-101-5
 Giro: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

NRC: 207043301
 Titular de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Dirección de obra: ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31079 FI ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA EDIF DYM
 Mes facturado: 06/2020
 Fecha de vencimiento: 29/06/2020

VENTAS GRAVADAS 2,717.62
 CONCEPTOS NO GRAVADOS -0.83
 IVA RETENIDO -24.05



TOTAL A PAGAR (IVA INCLUIDO) 2,692.74

No escribir ni sellar sobre el código de barras. Comprobante interno DELSUR

E.E. DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR S.A. DE C.V. PUEBLO DE LOS RIOS, GUAYMAS, GUAYMAS, GUAYMAS



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Avenida 14 de Noviembre y Calle 4 de Septiembre, Santa Tecla, La Libertad

NO
207043301

Clas. Facturado: 31 PERIODO
Mes Facturado: 07/2020 Desde: 16/06/2020
Fecha Emisión: 17/07/2020 Hasta: 16/07/2020 **29/07/2020**

ST_76_14 - 2 MD- 106314 5202
Título de pago:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS - 310731
FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
1506B467
19DS000U4801510
NRC: 09805-5 NIT: 0614-10195-101-5
Título de contrato:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Código comercial: ST_76_14 - 2 Dirección de suministro:
Santa Tecla ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS - 310731
Tarifa: GMH 1024000037853060775556 100.00 81.69
Gran Dem MT con Med. Horas

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA VENTAS GRAVADAS

Cargo de comercialización	18.25
Cargo tasa municipal por poste	1.18
Cargo por energía punta	402.69
Cargo por energía valle	207.60
Cargo por energía resto	2,048.23
Cargo Distribución (Potencia)	628.37
SUBTOTAL ENERGIA	3,402.74
TOTAL DEL MES	3,402.74

DATOS DEL SUMINISTRO

POS L. CONSUMO	MEDICOR	M.E.J.	TPC	COEFICIENTE DE PER.
Punta	106314	160,000	KWH	1.500
Valle	106314	160,000	KWH	1.500
Resto	106314	160,000	KWH	1.500
Potencia	106314	160,000	KV	1.500
FP	106314	1.000	FP	0.000

LECTURAS Y CONSUMOS

POS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Punta	5,422,700	5,439,900	17,200
Valle	4,003,800	4,016,700	12,900
Resto	36,892,400	36,987,900	95,500
Potencia	0.000	0.000	0.000
FP	0.000	0.000	0.000

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

MED	FINAL	COMERCIALIZACION	EDUCO	PUNTA	VALLE	RESTO	FP	IMPORTE
16/04/2020	16/07/2020	14.378400	1	0.000000	0.118765	0.126884	0.007288	
16/07/2020		14.378400	1	0.000000	0.107655	0.106385	0.007088	



Retención 1% IVA -30.11

SUB TOTAL **3,372.63**

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado: Cuenta:

Detalle: Importe dólares

TOTAL ALCALDIA **3,372.63**

IMPORTE TOTAL DEL MES: 3,372.63

IMPORTE IVA RETENIDO: 30.11

IMPORTE TOTAL PAGAR: 3,342.52



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
1506B467
19DS000U4801510
NRC: 09805-5
NIT: 0614-10195-101-5
Dir: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

IC: 207043301
Título de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Dirección de cobro: ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS - 310731 ANTIGUO CUSCATLAN C PANAM PAÑO INDUSTRIAL SANTA ELENA EDF DYM
Mes facturado: 07/2020
Fecha de vencimiento: 29/07/2020

VENTAS GRAVADAS 3,402.74
IVA RETENIDO -30.11

LA DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V. (C.F. REG. MERCANTIL EN EL REGISTRO DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA) (C.F. REG. MERCANTIL EN EL REGISTRO DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA) (C.F. REG. MERCANTIL EN EL REGISTRO DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA) (C.F. REG. MERCANTIL EN EL REGISTRO DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA)



IMPORTE TOTAL PAGAR **3,372.63**

No escribir ni sellar sobre el código de barras Comprobante ingreso DELSUR



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Plant 17 de Parí y Calle al Reguero, Santa Elena, La Libertad

29
 Día Facturado: 08/2020 Fecha: 17/07/2020
 Mes Facturado: 15/08/2020 Deuda: 14/08/2020
 Fecha Emisión: 27/08/2020



ST_78_14 - 2

MD- 106314 7536

Título de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS-31073 R ANTIGUO CUSCATLAN C PANAM PAPIO IND STA ELENA EDIF DYM

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 1543330
 20SD000U174508

NRC: 0614-020650-105-0 NIT: 00995-5
 TITULO DE PAGO: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 CATEGORIA COMERCIAL: ST_78_14-2
 CARGO: GMH
 CREDITO: 0214000032230006833216

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	
CARGO DE CATEGORIZACION	16.25
CARGO TASA MUNICIPAL POR POSTE	1.18
CARGO POR ENERGIA PUNTA	304.83
CARGO POR ENERGIA VALLE	243.07
CARGO POR ENERGIA RESTO	1,256.27
CARGO DISTRIBUCION (POTENCIA)	793.81
SUBTOTAL ENERGIA	2,544.82
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Concepto Energia no Servicio 302008	-0.09
SUBTOTAL NO GRAVADOS	-0.09
TOTAL DEL MES	2,544.82

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPUS DE CONSUMO	MEDIDA	VALOR	UNIDAD	COEFICIENTE PER.
Valle	106314	160.000	KWH	1.500
Resto	106314	160.000	KWH	1.500
Potencia	106314	160.000	KW	1.500
PF	106314	1.000	PF	0.000

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPUS DE CONSUMO	VALOR	VALOR	VALOR
Valle	4,018.700	4,023.400	3,052.450
Resto	36,987.900	37,089.200	12,623.440
Potencia	0.000	0.000	0.000
PF	0.000	0.000	0.000

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

CARGO	PRECIO	CARGO	PRECIO
106314	15.8635	106314	15.8635



Retención 1% IVA -22.62

SUB TOTAL 2,522.30

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado: Cuenta:

Detalle Importe último

TOTAL A PAGAR 2,522.30

DELSUR_20200815_164342



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
 Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

NC 207043301
 TITULO DE PAGO: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 DIRECCION DE COBRAR: CUSCATLAN C PANAM PAPIO IND STA ELENA EDIF DYM
 Mes facturado: 08/2020
 Fecha de vencimiento: 27/08/2020

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 1543330
 20SD000U174508

VENTAS GRAVADAS 2,544.81
 CONCEPTOS NO GRAVADOS -0.09
 IVA RETENIDO -22.52



TOTAL A PAGAR 2,522.30

No escribir ni sellar sobre el código de barras

Comprobante Ingreso DELSUR



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
 Real P. Av. Norte y Calle de Boyerón, Santa Elena, La Libertad

207043301

Días factuados: 31	PERIODO
Mes facturado: 09/2020	Desde: 15/08/2020
Fecha Emisión: 14/09/2020	Hasta: 14/09/2020
26/09/2020	

ST 78_14 - 2 MD- 106314 7418
 Titular de pago:

INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTILO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE BIEMENS 31073 R
 NRC: NIT: 0614-02669-105-0

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 15834058
 20SD000U584461

Titular de contrato:
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Dirección de suministro:

ST 78_14 - 3
 Santa Teda ANTILO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE BIEMENS 31073 FI ANTIGUO CUSCATLAN GUAMAR BARRIO INDUSTRIAL SANTA ELENA
 Tarifa: GMH NIT: 400000790340276930340 102.00 94.03
 Gran Dem MT con Med. H02014

DETALLE DE FACTURACION

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA VENTAS GRAVADAS		
Cargo de comercialización		18.25
Cargo tasa municipal por poste		1.18
Cargo por energía punta		331.85
Cargo por energía valle		248.89
Cargo por energía resto		1,495.94
Cargo Distribución (Potencia)		723.31
SUBTOTAL ENERGIA		2,815.42
CONCEPTOS NO GRAVADOS		
Concepto Energía no Servida 202009		-0.12
SUBTOTAL NO GRAVADOS		-0.12
TOTAL DEL MES		2,815.30

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	MEDIDOR	MLAT	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
Punta	106314	100.000	KWH	1.500
Valle	106314	100.000	KWH	1.500
Resto	106314	100.000	KWH	1.500
Potencia	106314	140.000	KW	1.500
FP	106314	1.000	FP	0.000

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Punta	5,458,705	5,473,400	2793,260
Valle	2,023,409	2,043,300	2082,900
Resto	37,069,009	37,139,300	15103,300
Potencia	0,373	0,373	94,000
FP	0,958	0,958	0,960

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

WICD	FINAL	Carga tipo	Cargos variables	BOOLE	PUNTA/ACTIVA	RESTO	FP	DISTRIBUCION
10/07/2020	14.378400	1	0.000000	0.007000	0.104000	0.007000		

GRÁFICA DE CONSUMO



Retención 1% IVA -24.92

SUS TOTAL **2,790.38**

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado: Cuenta:

Detalle Importe dólares

TOTAL ALCALDÍA

2,790.38

SE DEBE PAGAR EN EL CUANTO DE LA FECHA DE EMISIÓN DE ESTA FACTURA EL VALOR DEL CARGO DE CONSUMO POR LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN EL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2020. MONEDA: DOLÁRES

7418 DELSUR_20200914_104958



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
 Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

NC 207043301
 Titular de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 Dirección de cobra: ANTILO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE BIEMENS 31073 R ANTILO CUSCATLAN C PANAM PARK IND STA ELENA EDIF DYM
 Mes facturado: 09/2020
 Fecha de vencimiento: 26/09/2020

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
 15834058
 20SD000U584461
 NRC: 0614-02669-105-0
 NIT: 0614-02669-105-0
 Ciro: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

VENTAS GRAVADAS 2,815.42
 CONCEPTOS NO GRAVADOS -0.12
 IVA RETENIDO -24.92

SE DEBE PAGAR EN EL CUANTO DE LA FECHA DE EMISIÓN DE ESTA FACTURA EL VALOR DEL CARGO DE CONSUMO POR LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN EL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2020. MONEDA: DOLÁRES



0214 0000 2790 3802 7665 0940

No escribir ni sellar sobre el código de barras

Comprobante ingreso DELSUR

2,790.38

A+B



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Rosal 17 Av. Horta y Calle del Boyerón, Santa Fe de la Abasco

NC
207043301

Días Facturados: 31
Mes Facturado: 10/2020
Fecha Emisión: 15/10/2020

PERIODO
Desde: 15/09/2020
Hasta: 15/10/2020

27/10/2020

ST_78_14 - 2 MD- 106314 2471

Titular de pago:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
AV. BUENOS AIRES INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31373 F

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
16243564
20SD000U1003025

NIT: 9014-320680-100-0
Título de contrato:
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL

NIT: 89895-3
NIT: 0614-10195-101-5
Caso: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

Oficina comercial: ST_78_14-2 Dirección de suministro:
Santa Fe de la Abasco ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31373 F ANTIGUO CUSCATLAN C PANAM PARQUE INDUSTRIAL SANTA ELENA EDIF DYM

Confo: GMW NIT: 9014-320680-100-0
Gran Dem MT con Med. Flotante 100.00 94.03

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACIÓN ENERGÍA VENTAS GRAVADAS	
Cargo de comercialización	10.25
Cargo casa municipal por poste	1.15
Cargo por energía parte	396.72
Cargo por energía valle	245.82
Cargo por energía resto	1,526.00
Cargo Distribución (Potencia)	723.31
SUBTOTAL ENERGÍA	2,869.38
TOTAL DEL MES	2,869.38

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	MEDIDOR	MAX.	TIPO	COEFICIENTE DE P.E.S.
Parte	106314	180.000	KWH	1.500
Valle	106314	180.000	KWH	1.500
Resto	106314	180.000	KWH	1.500
Potencia	106314	180.000	KW	1.500
FP	106314	1.000	FP	0.000

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Parte	3,172.000	5,491.300	2319.300
Valle	1,166.000	3,025.100	1859.100
Resto	37,168.000	37,293.300	125.300
Potencia	0.579	0.579	0.000
FP	0.000	0.000	0.000

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

INDIC	REAL	CONSERVACIÓN	CARGO Fijo	RENTA	RENTA	RENTA	RENTA	RENTA
15/09/2020	14.378400	1.000000	0.000000	0.000000	0.104300	0.104300	0.104300	0.104300
15/10/2020	14.378400	1.000000	0.000000	0.104300	0.104300	0.104300	0.104300	0.104300

GRÁFICA DE CONSUMO



Retención 1% IVA -25.39

SUB TOTAL 2,843.99

ALCALDÍA MUNICIPAL

Mes facturado: Cuenta:

Detalle Importe dólares

TOTAL ALCALDÍA 2,843.99

DELSUR, 20201015_201544



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
16243564
20SD000U1003025
NIT: 89895-3
NIT: 0614-10195-101-5
Caso: Transformación, distribución y suministro de energía eléctrica

NC 207043301
Titular de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Dirección de cobro: ANTIGUO CUSCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31373 F ANTIGUO CUSCATLAN C PANAM PARQUE INDUSTRIAL SANTA ELENA EDIF DYM
Mes facturado: 10/2020
Fecha de vencimiento: 27/10/2020

VENTAS GRAVADAS 2,869.38

IVA RETENIDO -25.39

DELSUR, 20201015_201544



No escribir ni sellar sobre el código de barras

TOTAL A PAGAR 2,843.99

Comprobante Ingreso DELSUR



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Avenida 2 An. Norte y Calle de Seguridad, Santa Tecla, La Libertad

NC
207043301

Das Facturado:	29	PERIODO	
Mes Facturado:	11/2020	Desde:	16/10/2020
Fecha Emisión:	13/11/2020	Hasta:	13/11/2020

ST 76 14 - 2 MD- 106314 1913
 Titular de pago:
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIQUO CUCATLAN SUR INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE 16625225
 20SD000U1393446
 NRC: 60895-3
 NIT: 0614-020605-105-0
 Titular de contrato:
 INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
 ANTIQUO CUCATLAN SUR INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE 16625225
 20SD000U1393446
 Dirección de suministro:
 Santa Tecla ANTIQUO CUCATLAN SUR INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE 16625225
 20SD000U1393446
 Tarifa: GMH NIT: 004 4000285155028287480 102.00 94.03
 Gran Dem MT con Med. Horaria

DETALLE DE FACTURACION

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de comercialización	16.25
Cargo tasa municipal por poste	1.18
Cargo por energía punta	361.74
Cargo por energía valle	252.75
Cargo por energía resto	1,621.78
Cargo distribución (Potencia)	229.31
SUBTOTAL ENERGIA	2,877.01
TOTAL DEL MES	2,877.01

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
Punta	106314	160.000	KWH	1.500
Valle	106314	160.000	KWH	1.500
Resto	106314	160.000	KWH	1.500
Potencia	106314	160.000	KW	1.500
FP	106314	1.000	FP	0.000

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Punta	5,491.300	5,402.600	2947.130
Valle	37,353.300	37,333.000	1216.300
Potencia	0.000	0.000	94.536
FP	0.000	0.000	0.000

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

DESCRIPCIÓN	PRECIO
CARGO FIJO	14.370490
CARGO VARIABLE	0.120933
PERDIDA EN TRANSMISIÓN	0.200000
PERDIDA EN DISTRIBUCIÓN	0.104967
PERDIDA EN TRANSFORMACIÓN	0.116718
PERDIDA EN CONSUMO	6.867066



Retención IV IVA -25.46

SUB TOTAL Distribuidora DELSUR **2,851.55**

ALCALDIA MUNICIPAL

Mes facturado: 25.11.2020 10:49:43
 CANCELADO NC:207043301

Detalle: Importe Total Pagado: 2,877.01 USD
 Pago por cheque 111214 2,851.55 USD
 Orden postal 05076 25.46 USD

ROL ALCALDIA

2,851.55

ABONADO EN BANCO TRANSFERENCIA
 EN BANCO
 FECHA 24-11-2020

1913 DELSUR_20201113_202020



Grupo-ep

Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Paseo de la Unidad 4000, San Pedro de los Rios, Jalisco

NC
207043301

Bios Facturado:		PERIODO		FECHA DE FACTURACIÓN	
031	14/11/2020	14/11/2020	14/12/2020	23/12/2020	
Fecha Facturado:	12/2020	Fecha:	14/12/2020		
Fecha de emisión:	15/12/2020				

Titular de pago: 00014
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31073 FI, SANTA ELENA

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
17064662
No. 20000001042793

Titular de contrato: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Oficina Comercial: ST. 70, 14-2
Servicio Teles: ARTISANO CUCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31073 FI C PANAM PANAM ENO STA ELENA EDOJ. JALISCO

Dircción de suministro: ARTISANO CUCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31073 FI C PANAM PANAM ENO STA ELENA EDOJ. JALISCO

Tarifa: 000 NPE: 0214-0000-3120-4103-0130-0300-152-01
Gran Desc. RT con No. Honorario

Por. facturada: 24.03

DETALLE DE FACTURACIÓN

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA		
VENTAS ORIGINADAS		
Carga de comercialización		18.25
Carga tasa municipal per poste		1.10
Carga por energia poste		437.30
Carga por energia valle		207.72
Carga por energia resto		1,612.48
Carga Distribución (Potencia)		723.31
SESTION, VENTA ORIGINADAS		3,146.27
Total del Mes		3,146.27

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPOS DE CONSUMO	INDICADOR	MULT.	TIPO	CONTRIBUCION DESEEL
Poste	100314	100.000	040	1.000
Valle	100314	100.000	040	1.000
Resto	100314	100.000	040	1.300
Potencia	100314	100.000	040	1.500
TP	100314	1.000	070	9.000

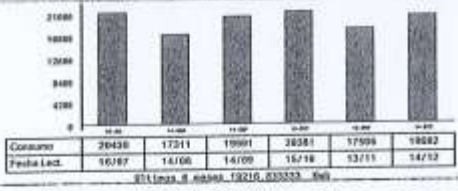
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPOS DE CONSUMO	LECTURAS	ACTUAL	CONSUMO
Poste	5,597,999	5,597,309	690
Valle	4,898,999	4,898,509	490
Resto	37,333,860	37,430,600	996
Potencia	8,578	8,578	0
TP	8,388	8,388	0

PRECIO TARIFAS APLICADAS \$

CARGO	PRECIO	CARGO	PRECIO
SESTION	15.16	SESTION	15.16
SESTION	15.16	SESTION	15.16
SESTION	15.16	SESTION	15.16
SESTION	15.16	SESTION	15.16

GRÁFICA DE CONSUMO



Retención IVA -27.00
TOTAL 3,126.41

ALCALDÍA MUNICIPAL

NES FACTURADO: CUENTA:

DETALLE IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDÍA 0.00
TOTAL A PAGAR (IVA) 3,126.41

SESTION DE ELECTRICIDAD EN EL ESTADO DE JALISCO



Distribuidora de Electricidad DELSUR, S.A. de C.V.
Paseo de la Unidad 4000, San Pedro de los Rios, Jalisco

FACTURA DE CONSUMIDOR FINAL
17064662
No. 20000001042793

NC: 207043301
Titular de pago: INSTITUTO SALVADOREÑO DE FORMACION PROFESIONAL
Dircción de contrato: ARTISANO CUCATLAN URB INDUSTRIAL SANTA ELENA SANTA ELENA CALLE SIEMENS 31073 FI
Res facturado: 12/2020
Fecha de vencimiento: 23/12/2020

VENTAS ORIGINADAS 3,126.41
CONCEPTOS DE ORIGINADAS 0.00
IVA 0.00
TOTAL OTROS SERVICIOS 0.00
TRIBUTOS MUNICIPALES 0.00

TOTAL A PAGAR (IVA) 3,126.41

