



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa Único de Especializaciones de Ingeniería

ESPECIALIZACIÓN: AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE ATENCIÓN A CLIENTES DE LA EMPRESA CFE – SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BÁSICOS.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA

EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

PRESENTA:

KEREN BETANZOS ORDAZ

DIRECTOR DE TESINA:

MTRO. AUGUSTO SÁNCHEZ CIFUENTES



Programa Único de Especializaciones de Ingeniería

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, SEPTIEMBRE DEL 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
ANTECEDENTES	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVOS	8
Objetivo General.....	8
Objetivos particulares.	8
CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN.....	9
Descripción del Edificio.	10
ANÁLISIS ENERGÉTICO	10
Solicitud de Información	12
Recopilación de Datos.....	13
Plan de Medición.	14
Levantamiento.	15
ANÁLISIS DE LOS DATOS RECABADOS.....	17
Demanda	18
Consumo.....	19
FACTURACIÓN.....	20
Tarifa.	21
Metodología de cálculo para la tarifa Gran Demanda en Baja Tensión.	21
USOS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA.....	27
Usos significativos de la Energía en el Centro de Atención a Clientes.	28
Indicadores de Desempeño Energético.....	31
Línea Base.....	32
ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN.....	33
NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.	34
Análisis de iluminación por niveles en el inmueble.....	36
NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	38
PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	42
Cambio de Lámparas.	42
Revisión de la norma NOM-007-ENER-2014 con las lámparas sustituidas.	45
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	46

PROPUESTA DE AHORRO ECONÓMICO MEDIANTE EL CAMBIO DE TARIFA.	48
Cálculo de ahorro económico por cambio de tarifa.	50
INDICADORES.....	51
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXO 1.	57

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Ley de la Transición Energética, se denomina eficiencia energética a todas las acciones que conlleven a una reducción, económicamente viable, de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior.

La Comisión Federal de Electricidad al ser una Empresa Productiva del Estado, depende presupuestalmente de la Hacienda Pública, por lo que es muy importante que economice cada uno de los recursos con los que cuenta y la energía no es la excepción.

En el presente trabajo se realiza un análisis energético para conocer la forma en la que es utilizada la electricidad en un Centro de Atención a Clientes de la Empresa CFE-Suministrador de Servicios Básicos y cuáles son las posibilidades de poder implementar un plan de eficiencia energética que nos permita aprovechar mejor el recurso energético en el inmueble.

Para esto se analizaron tres puntos que son claves para un análisis energético, lo cuales son la facturación, las mediciones (principalmente de los parámetros eléctricos como el consumo y la demanda) y los datos recabados en el levantamiento.

También se evaluaron las normas NOM-007-ENER-2014 y NOM-025-STPS-2008 para conocer niveles de eficiencia energética y de confort visual en la realización de las tareas en el inmueble, respectivamente.

Con lo anterior se pudo realizar un plan no solo de eficiencia energética, sino también una propuesta de cambio de tarifa, que permite un ahorro económico al Centro de Atención a Clientes.

ANTECEDENTES

La Comisión Federal de Electricidad es una Empresa Productiva del Estado Mexicano que se encarga de generar, transmitir, distribuir y comercializar energía eléctrica a todo el país, cuenta con más de 1,200 edificios en toda la República que se desempeñan como Centros de Atención a Clientes.

En general, el sector de los edificios es uno de los que tiene mayor demanda energética debido a la alta dependencia de la electricidad. En México, el alto consumo de energía eléctrica se debe al alto uso que se le da principalmente a satisfacer las necesidades de iluminación, refrigeración, acondicionamiento de aire, etc.

En el Balance Nacional de Energía, los edificios no residenciales (en baja tensión) son clasificados en la categoría de Sector Comercial, la cual solo incluye a aquellos servicios que se encuentran en las tarifas 2, 3 y 7, dicho sector registra a la electricidad como la principal fuente de energía, registrando en el año 2019 un consumo de 92.67 PJ que equivalen al 54.28% del total de la energía consumida en el sector. Es importante mencionar que la tendencia del consumo eléctrico ha ido al alza, presentándose en el 2019 un incremento del 5.5% con respecto al año anterior.

	2018	2019	Variación porcentual (%) 2019/2018	Estructura porcentual 2019
Total	958.97	952.59	-0.67	100.00
Residencial	760.60	748.94	-1.53	78.62
Solar	7.11	7.88	10.93	0.83
Leña	249.08	247.92	-0.47	26.03
Total de petrolíferos	246.45	231.04	-6.25	24.25
Gas licuado	246.45	231.04	-6.25	24.25
Gas seco	30.16	29.94	-0.72	3.14
Electricidad	227.80	232.15	1.91	24.37
Comercial	167.44	170.70	1.95	17.92
Solar	4.75	5.17	8.87	0.54
Total, de petrolíferos	63.29	61.89	-2.21	6.50
Gas licuado	63.29	61.89	-2.21	6.50
Gas seco	12.22	10.96	-10.32	1.15
Electricidad	87.17	92.67	6.31	9.73
Público	30.93	32.95	6.52	3.46
Electricidad	30.93	32.95	6.52	3.46

Figura 1: Consumo de energía en los sectores residencial, comercial y público (Petajoules). Fuente Sistema de información Energética SENER.

La energía es considerada como un factor esencial en el desarrollo económico tanto que, su acceso mejora la calidad de vida de la sociedad; esta mejora es medible a través del incremento del consumo de energía por habitante, ya que refleja las pautas de uso de la

energía de una población. Según el Balance Nacional de Energía 2019, en México en ese mismo año, el consumo de electricidad per cápita fue de 2,256.94 kWh/habitante.

Durante los años noventa y hasta aproximadamente el 2004, el consumo de energía por habitante en México presentó una tendencia al alza, sin embargo, a partir del 2005 hasta el 2013 el consumo se mantuvo relativamente constante, presentando una disminución considerable después de este periodo. Este comportamiento en el indicador no significa que se haya perdido el ritmo de desarrollo y prosperidad entre la población, sino que muestra el inicio de la participación de la eficiencia energética y la búsqueda de una transición hacia la utilización de opciones energéticas más amigables con el ambiente, lo cual ha influido en la dinámica de la matriz energética.

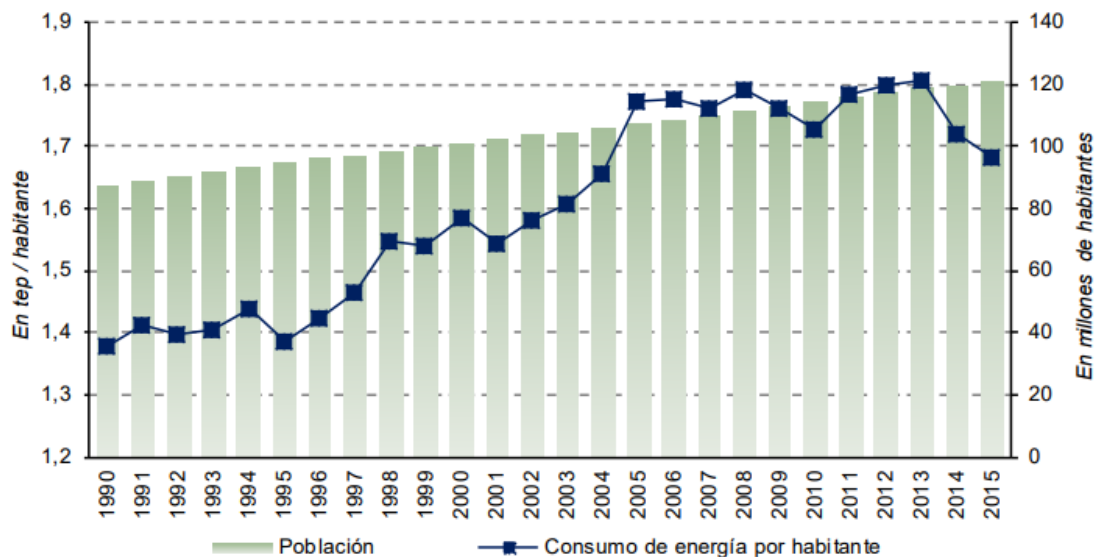


Figura 2: Consumo de energía por habitante y población total en México, 1990-2015. Elaboración CEPAL con información de INEGI y SENER

En la implementación de medidas de ahorro o eficiencia energética uno de los pasos más importantes es la cuantificación de la energía utilizada para realizar una actividad o para obtener un nivel de servicio requerido, así como el nivel de actividad o servicio realizado, ya que esto nos permite, dependiendo del nivel de detalle, saber cuáles son los usos finales que representan un mayor consumo de energía y a partir de esto plantear las medidas de ahorro, mejora de procesos, eficiencia energética, etc.

La eficiencia energética ha permitido optimizar el uso de la energía disponible en el planeta, haciendo posible realizar las mismas actividades y mantener el confort mientras se procura el cuidado de los energéticos.

En el presente trabajo se realiza un análisis energético a un edificio de Centro de Atención a Clientes de la Empresa CFE – Suministrador de servicios básicos, en el cual se estudiarán las formas de utilización de la energía y la cantidad de esta, con el fin de identificar, cuantificar y conocer las oportunidades para la mejora del desempeño energético, proponiendo prácticas de baja inversión que sean atractivas para el cliente y que, al mismo tiempo permitan disminuir el “desperdicio” de energía integrando tecnología que reduzca su consumo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alta demanda de energía en los edificios del gobierno genera un gasto en la Hacienda Pública, así como la generación de una gran cantidad de Gases de Efecto Invernadero. Al ser la CFE una empresa del Estado, sus inmuebles deben significar un ejemplo de buenas prácticas del uso de los recursos, principalmente energéticos, debido al concepto de la empresa.

Los estudios de eficiencia energética en inmuebles se han enfocado en su mayoría a los edificios residenciales, a pesar de que, según fuentes del Sistema de Información Energética (SIE), en el 2019 los edificios no residenciales que incluyen a los comerciales y públicos tuvieron una demanda total de 34.9 TWh, razón por la cual, existe la necesidad de enfocar esfuerzos para realizar estudios energéticos que permitan hacer propuestas para lograr un uso racional y adecuado de la energía en estas áreas.

Crear un programa para el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en un edificio público gubernamental resulta un reto ya que, el presupuesto destinado para llevar a cabo las actividades y medidas está limitado por las condiciones presupuestales de la propia administración, las cuales en la mayoría de los casos es reducido.

JUSTIFICACIÓN

Una medida efectiva para mitigar el impacto provocado por los altos consumos de energía en los diferentes sectores ha sido el progreso de la Eficiencia Energética (EE); este ha sido

el camino para mejorar la forma en la que consumimos energía. Como se mencionó anteriormente, los edificios no residenciales representan un consumidor considerable de energía en el país.

Los edificios públicos en particular son instalaciones que merecen atención especial, principalmente porque sus costos de energía tienen impacto directo en la hacienda pública y en muchas ocasiones las administraciones tienen compromisos climáticos por cumplir.

En los inmuebles pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad, generalmente los usuarios no cuentan con una cultura de ahorro energético, por lo que resulta de suma importancia realizar de forma periódica estudios que permitan identificar las actividades que representan un uso significativo de energía y cuáles son aquellas actividades en las que no se está llevando a cabo un uso responsable de ésta.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Analizar las formas en las que se utiliza la energía y las actividades que representan mayor consumo de ésta en un Centro de Atención a Clientes de la Comisión Federal de Electricidad – Suministrador de Servicios Básicos, con el objetivo de elaborar un plan de ahorro y uso eficiente de la energía que exponga un portafolio de oportunidades de mejora y su posible implementación para disminuir el consumo y a la vez generen un beneficio económico y ambiental.

Objetivos particulares.

- ✓ Elaborar la matriz energética de las principales cargas eléctricas del inmueble.
- ✓ Analizar el costo energético a través de la facturación eléctrica de por lo menos un año.
- ✓ Medir y evaluar los principales parámetros eléctricos de la acometida de la instalación.
- ✓ Identificar y evaluar las medidas de ahorro operacionales y tecnológicas.
- ✓ Crear un plan de ahorro y uso eficiente adecuado a las necesidades del inmueble.

CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

El Artículo 10 de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad, estableció en el 2014 que *“Para salvaguardar el acceso abierto, la operación eficiente y la competencia en la industria eléctrica, la Comisión Federal de Electricidad realizará las actividades de generación, transmisión, distribución, comercialización, Suministro Básico, Suministro Calificado, Suministro de Último Recurso, la proveeduría de insumos primarios para la industria eléctrica, así como las actividades auxiliares y conexas de la misma, de manera estrictamente independiente entre ellas. Para lo anterior, establecerá la separación contable, funcional y estructural que se requiera entre sus divisiones, regiones, empresas productivas subsidiarias y empresas filiales de acuerdo con la Ley de la Industria Eléctrica y en términos de la estricta separación legal que establezca la Secretaría de Energía, la normatividad en materia de competencia económica y la regulación que para el efecto establezca la Comisión Reguladora de Energía”*.

Por su parte, la Ley de la Estricta Separación de la Comisión Federal de Electricidad, en su el Capítulo 5, establece las condiciones de la separación vertical y horizontal para el Suministro Básico.

5.2.1 La CFE contará con al menos una empresa encargada de prestar el Suministro Básico a Usuarios de Suministro Básico.

....

5.3.1 Formarán parte de las instalaciones y activos para el Suministro Básico los bienes que se requieran para, facturar, dar atención en relación con el Suministro a los Usuarios de Suministro Básico y cobrar el Suministro Eléctrico a los Usuarios de Servicio Básico (y en su caso a los Usuarios Calificados cuando deba prestar el Suministro de Último Recurso) y representar a los Generadores Exentos en el MEM por parte del Suministrador de Servicio Básico

Dicho lo anterior, los Centros de Atención a Clientes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), pasaron a ser instalaciones y activos para el Suministro Básico.

El inmueble estudiado se trata de un Centro de Atención a Clientes, en el que existe también un área de monitoreo energético perteneciente a la Empresa CFE – Distribución, con un horario que va desde las 7:00 a las 0:00 horas, por otro lado, las actividades desarrolladas en la empresa CFE – Suministrador de Servicios Básicos son administrativas y sus horarios van de 08:00 a 18:00 horas. Ambas empresas laboran de lunes a viernes, lo que significa

que, el edificio se encuentra ocupado durante esos días en un lapso de las 7:00 a las 0:00 aproximadamente.

Descripción del Edificio.

El edificio consta de tres niveles. En la planta baja se encuentra el espacio de atención a clientes el cual incluye las ventanillas de atención y un espacio de cajeros *CFEmáticos*, así como dos áreas de estacionamiento, uno para el personal que ahí labora y otro para los clientes; en el primero y segundo piso se encuentran los espacios de oficina del personal administrativo de ambas empresas, así como el área de monitoreo energético. El inmueble cuenta con un área de 1,091 m² y laboran un total de 72 empleados.



Figura 3: Fachada del Edificio de Atención a Clientes.

La tarifa en la que se encuentra el servicio es una Gran Demanda en Baja Tensión (GDBT), la cual es aplicada a servicios que se encuentran conectados en Baja Tensión y registran demandas mayores a 25 kilowatts mensuales, según el esquema tarifario vigente.

La CFE es una empresa responsable con el uso de la energía en sus inmuebles y para ello cuenta con un programa de auditorías energéticas que es aplicado de manera constante con el fin de supervisar las formas en las que se utiliza el recurso y buscar opciones de mejora.

ANÁLISIS ENERGÉTICO

La Ley de Transición Energética define a la Eficiencia Energética como: *“Todas las acciones que conllevan a una reducción, económicamente viable, de la cantidad de energía que se*

requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior” (LTE, 2015).

La búsqueda constante del mejoramiento en el desempeño energético ha sido una opción para las organizaciones de gestionar un mejor uso y costo de la energía, sin embargo, para que esto sea posible, es de suma importancia conocer las condiciones energéticas del lugar antes de realizar alguna propuesta de modificación.

Para poder llevar a cabo acciones que nos permitan una reducción en el consumo energético, es necesario tener conocimiento de la forma y la cantidad en la que se consume la energía, para ello, los Indicadores Desempeño Energético (IDEn) son de mucha utilidad, ya que pueden elaborarse con formulaciones variadas que nos hacen posible responder preguntas específicas o generales relacionadas con la eficiencia energética.

Existen diferentes indicadores de desempeño para los diferentes sectores y estos son evaluados con base en las variables más representativas en el consumo de la energía, estos indicadores señalan dónde y cómo se consume la energía y, por lo tanto, nos dan una clara idea de dónde se puede efectuar el ahorro.

Dependiendo del nivel de desagregación que tengan los indicadores depende la información que pueden proporcionarnos; a continuación, se muestran los niveles de desagregación en los que se puede encontrar un indicador.

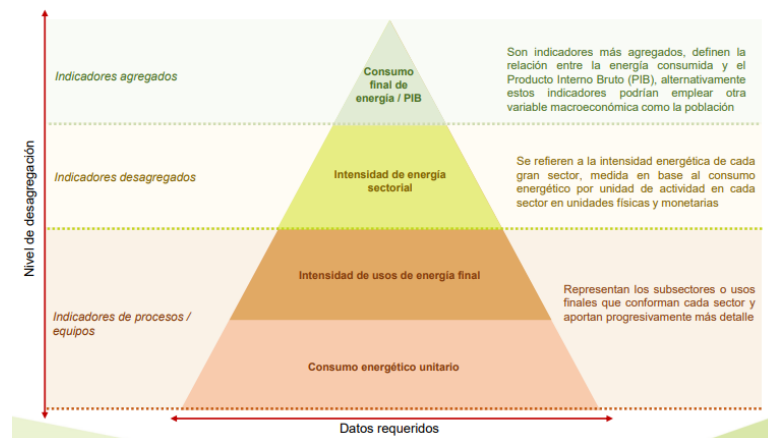


Figura 4: Esquema del nivel de desagregación de los indicadores de eficiencia energética. Fuente. *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics, International Energy Agency*

Los IDEn pueden ser más de uno por sector, inclusive, que lo sean nos permite tener un panorama más detallado de los procesos y/o las áreas en las que el uso de la energía es significativo y podernos enfocar en ellas.

Para el sector servicios, la dificultad para medir la cantidad de servicios realizados hace que la evaluación de los IDEn se base en repercutir el consumo de energía en otras unidades medibles, como son la superficie del edificio en el que se realiza la actividad, el número de empleados que trabajan para la organización o las horas de trabajo realizadas, tal como se muestra a continuación:

- ✓ Consumo energético/superficie del edificio
- ✓ Consumo energético/número de empleados
- ✓ Consumo energético/horas trabajadas

Lo mismo pasa con el sector comercial, en el que, además de los tres anteriores, existe otro IDEn típicos que está relacionado con el número de personas que visitan el centro:

- ✓ Consumo energético/número de visitantes

Se pueden obtener diferentes variantes de cada IDEn jugando con el tipo de consumo que se emplea en la fórmula, ya sea el consumo total de la organización, el consumo por fuente de energía o el consumo por máquina o instalación.

Un análisis en general nos permite conocer las características o cualidades de una cosa y con esto estar en condiciones de extraer conclusiones, el caso de un análisis energético no es la excepción, sin embargo, para que esto sea posible, es necesario tener a la mano una serie de datos que nos permitirán llegar a esas conclusiones, los cuales obtendremos a través de una serie de métodos como son, la recopilación de datos, los planes de medición y las visitas de emplazamiento o levantamiento.

Solicitud de Información

Para poder evaluar la forma en la que se consume la energía en un lugar y poder saber cuáles son las área o procesos en los que es posible hacer mejoras, es necesario conocer las condiciones previas y actuales en el sitio.

En un análisis energético a una corporación, el primer paso a realizar es la solicitud de toda esta información, la cual debe hacerse a través de la persona que administra el inmueble, para el caso del Centro de Atención a Clientes dicha solicitud se hizo al superintendente de la zona, que está a cargo del edificio y es quien estaba en condiciones de poder proporcionarnos los datos y permisos necesarios.

Adicional a la solicitud de información, también se llevaron a cabo los demás métodos de recaudación de material imprescindible para la elaboración del análisis, los cuales son la recopilación de datos, el plan de medición y el levantamiento.

Recopilación de Datos.

Los datos de energía juegan un papel muy importante en el análisis energético, las propuestas de mejora y su seguimiento, ya que, con base en ellos es posible describir y proyectar el desempeño energético en el tiempo.

En esta etapa, la persona auditora debe reunir, comparar y registrar los datos de energía que considere son necesarios para cumplir con los objetivos planteados. Para nuestro caso, estos datos incluyeron:

- ✓ Un listado de los equipos que consumen energía.
- ✓ Historial de consumo mensual que permite observar el comportamiento durante el periodo cubierto por los datos recopilados.
- ✓ Recopilación de posibles eventos que hayan impactado en el consumo de energía en el inmueble.
- ✓ Tarifa de referencia a usar para el análisis financiero.

Durante la recopilación de la información, la parte que funge como administradora, nos mencionó que anteriormente se contaba con sistema de aire acondicionado, sin embargo, desde hace cuatro años aproximadamente dejaron de utilizarlo, este evento podría verse reflejado en los datos recopilados de periodos anteriores, por lo que es muy importante tenerlo presente al momento de realizar el análisis, principalmente el de la facturación.

Para el caso de la facturación se solicitó el periodo más extenso que se pudiera extraer del sistema de facturación de la CFE, que fue de enero 2017 a mayo 2021, el cual incluye en los primeros meses datos del consumo del sistema de aire acondicionado y parte del periodo de la contingencia provocada por el virus del SARS-COV-2 que comenzó formalmente en México en el mes de marzo del 2020.

La recopilación de la información incluyó también los planos arquitectónicos del inmueble, ya que en algunas corporaciones existen áreas en las que se prohíbe la entrada a ciertos espacios y contar con los planos permite ubicar cada una de las zonas, su uso y tamaño, en este caso, contar con los planos permitió delimitar y calcular de manera más fácil las

áreas en las que se revisaría el cumplimiento de las normas NOM-007-ENER-2014 y la NOM-025-STPS-2008.

Plan de Medición.

El plan de medición nos permite tener información más puntual, es decir, en el caso de la facturación tenemos valores importantes como son el consumo y la demanda, sin embargo, son cifras mensuales con las que no es posible analizar la información de forma más detallada.

La cantidad de datos que podemos obtener con la medición son de mucha ayuda, ya que nos desglosa en periodos de diez minutos valores de variables como son consumo, demanda, voltajes, corrientes, factor de potencia, armónicas, etcétera, con lo que podemos observar de forma más detallada comportamientos anormales o fuera del promedio en los perfiles.

Para llevar a cabo el plan de medición, se recomienda que la persona auditora lleve a cabo los acuerdos con la organización, debido a que será necesario instalar equipos de monitoreo los cuales no deben ser manipulados por otras personas que no estén a cargo de la auditoría, ya que se podría perder la secuencia de registro de los datos.

El edificio en el que se realizó el análisis es un edificio de oficinas, las cuales registran actividades muy repetitivas, es por ello por lo que se acordó que las mediciones se llevaran a cabo en un periodo de una semana. La fecha de la medición fue en el año 2021, iniciando el lunes 05 de abril a las 15:20 y concluyendo el lunes 12 de abril a las 15:30. Para el registro se utilizó un monitor de energía de la marca AEMC modelo 8335, como el que se muestra a continuación en la Figura 5.



Figura 5: Monitor de energía utilizado para las mediciones.

Levantamiento.

El levantamiento de datos es otra de las partes esenciales para el análisis energético, ya que nos permite observar en tiempo real y de manera presencial eventos que no son posibles de percibir en la información documental.

Los recorridos durante el levantamiento nos permiten registrar las dinámicas de las personas que ocupan y/o transitan los espacios, las costumbres de uso de la energía, la ubicación de los equipos, sus condiciones físicas y las placas con sus características eléctricas; también es posible recabar la información de los tiempos y horarios de uso de los equipos, la cual será muy útil al momento de hacer las comparaciones, estimaciones y balances energéticos.

El levantamiento se realizó el día que se retiró el monitor de energía, es decir, el lunes 12 de abril de 2021, para que fuera posible presenciar las actividades en horario laboral y tener una mejor idea de la cantidad de equipos que se mantienen encendidos durante el día y cuáles son los que se usan con mayor frecuencia.

En los espacios observados se apreciaron tres tipos de equipos: los operativos, que para el caso de una oficina son computadoras, multifuncionales, pantallas y proyectores; los

misceláneos que incluyen los electrodomésticos en cocineta y bombas de agua y, por último, los equipos de iluminación.

Debido al giro del inmueble, los equipos que más predominan son las computadoras tanto de escritorio como personales. Se observó también que a pesar de que el edificio cuenta con muy buena iluminación, las lámparas se mantienen encendidas la mayor parte del día.

La información que se pudo obtener del levantamiento sirvió para hacer una estimación del consumo mensual del inmueble el cual se obtuvo con los datos de la cantidad de los equipos, sus potencias y las horas de uso que tenían al día, dicha información se comparó con las mediciones y los datos de facturación que nos fueron proporcionados.

El consumo mensual se determinó a partir del cálculo del consumo diario, obtenido de multiplicar el número de equipos con sus respectivas potencias y horas de uso diarias; el resultado se dividió entre mil para convertirlo a kWh, que es la unidad en la que se presenta el consumo eléctrico. Una vez teniendo el valor diario, este se multiplicó por 30.4, que es el promedio de días en un mes, obteniendo así el consumo mensual.

Los resultados se muestran de forma detallada en la Tabla 1 para su consulta. Los equipos fueron organizados por grupo para facilitar su visualización.

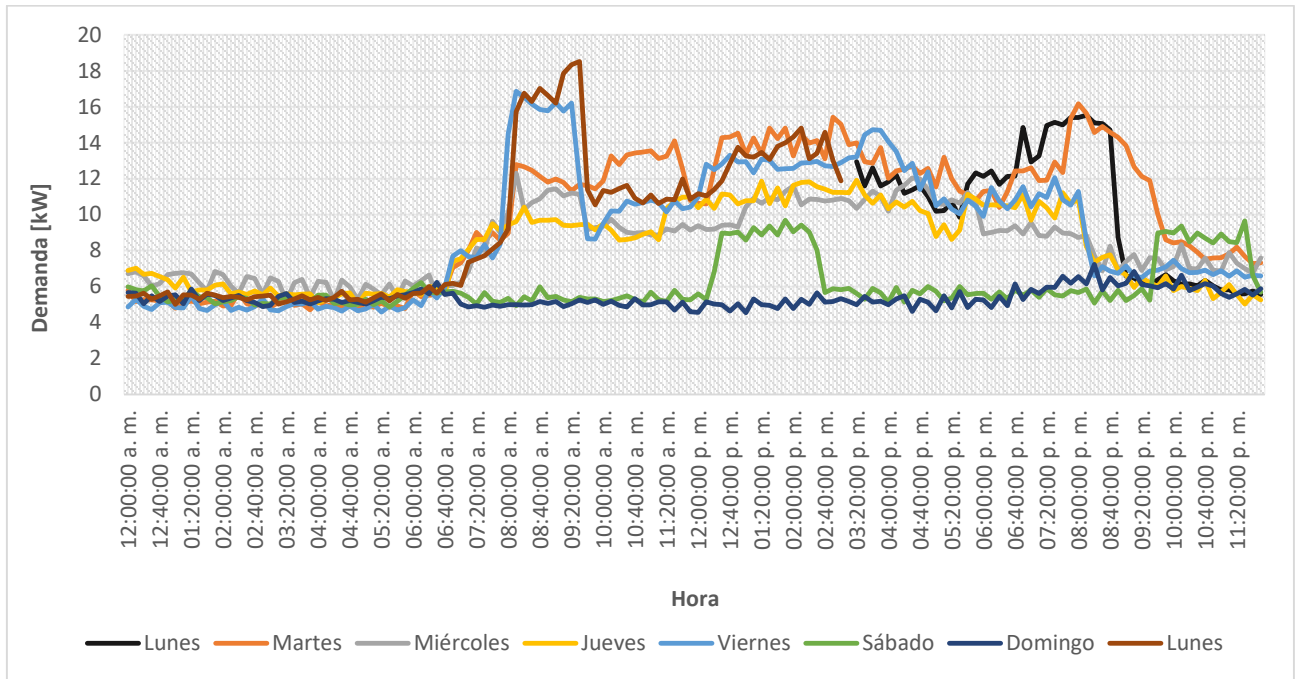
Equipo	Grupo	Número	Potencia (W)	Horas de Uso	Consumo diario (kWh)	Consumo mensual (kWh)
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	58	23	11.00	14.67	446
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	4	23	24.00	2.21	67
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	40	23	13.00	11.96	364
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	8	23	7.00	1.29	39
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	22	23	7.00	3.54	108
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	68	23	24.00	37.54	1,141
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	36	23	11.00	9.11	277
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	4	23	11.00	1.01	31
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	28	23	11.00	7.08	215
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	20	23	11.00	5.06	154
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	8	23	11.00	2.02	62
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	18	23	11.00	4.55	138
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	42	23	11.00	10.63	323
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	32	23	11.00	8.10	246
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	4	23	11.00	1.01	31
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	8	23	11.00	2.02	62
Computadora Escritorio	Operativos	3	80	11.00	2.64	80
Computadora Escritorio	Operativos	4	80	24.00	7.68	233
Computadora Escritorio	Operativos	1	80	11.00	0.88	27
Computadora Escritorio	Operativos	7	80	11.00	6.16	187
Computadora Escritorio	Operativos	16	80	11.00	14.08	428
Cámara de vigilancia	Otros	5	6	24.00	0.72	22
Cámara de vigilancia	Otros	1	6	24.00	0.14	4
Cámara de vigilancia	Otros	6	6	24.00	0.86	26
Cámara de vigilancia	Otros	3	6	24.00	0.43	13
Pantalla	Operativos	1	150	11.00	1.65	50
Pantalla	Operativos	4	217	24.00	20.83	633
Pantalla	Operativos	1	217	8.00	1.74	53
Pantalla	Operativos	1	217	1.00	0.22	7
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	1.44	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	1.44	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	1.44	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	1.44	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	1.44	44
Cajero	Otros	2	60	24.00	2.88	88
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	1.20	36
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	1.20	36
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	1.20	36
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	1.20	36
Ventilador de Torre	Otros	2	35	10.00	0.70	21
Ventilador de Torre	Otros	1	35	6.00	0.21	6
Refrigerador	Misceláneos	1	240	8.00	1.92	58
Refrigerador	Misceláneos	1	120	8.00	0.96	29
Laptop	Operativos	7	60	8.00	3.36	102
Laptop	Operativos	2	60	8.00	0.96	29
Laptop	Operativos	9	60	8.00	4.32	131
Cafetera	Misceláneos	2	1,000	0.50	1.00	30
Microondas	Misceláneos	1	1,450	1.00	1.45	44
Microondas	Misceláneos	1	1,450	1.00	1.45	44
Proyector	Operativos	1	326	1.00	0.33	10
Bomba	Misceláneos	2	559	0.25	0.28	8

Tabla 1: Listado de equipos que consumen energía eléctrica.

ANÁLISIS DE LOS DATOS RECABADOS.

La demanda y el consumo son de los datos más importantes en la medición; estos están muy relacionados entre sí y nos ayudan a tener una idea muy clara de los periodos en los que se demanda más energía en la organización, a continuación, se analizan los perfiles obtenidos del proceso de medición.

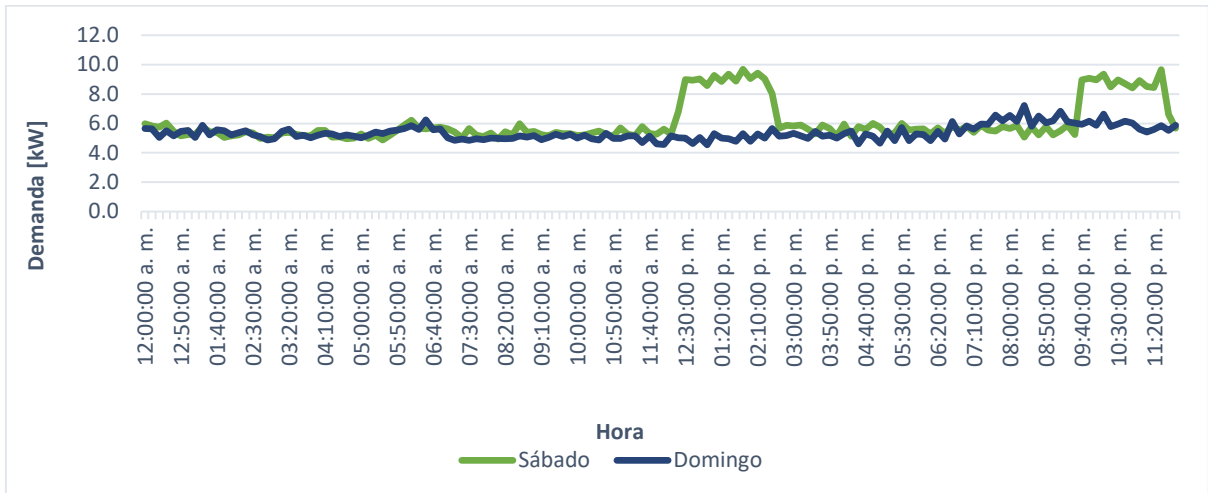
Demanda



Gráfica 1: Tendencia de demanda durante el periodo de medición.

De la Gráfica 1 se puede observar que, durante los días medidos se mantiene una demanda base de aproximadamente 6 kW principalmente antes de las 6:30 y después de las 20:00 horas, por otro lado, es muy evidente que el repunte en la demanda se presenta a partir de las 6:30 am, horario en el que parte del personal comienza a llegar y se comienzan a encender algunos equipos.

El punto más alto, se presenta a las 9:30 con una demanda de 18.5 kW, que es cuando se encuentra el total del personal y se enciende la iluminación, los misceláneos, equipos de cómputo y pantallas. Durante el resto del día la demanda se mantiene constante aproximadamente hasta las 20:00 que es cuando la mayor parte del personal comienza a retirarse.



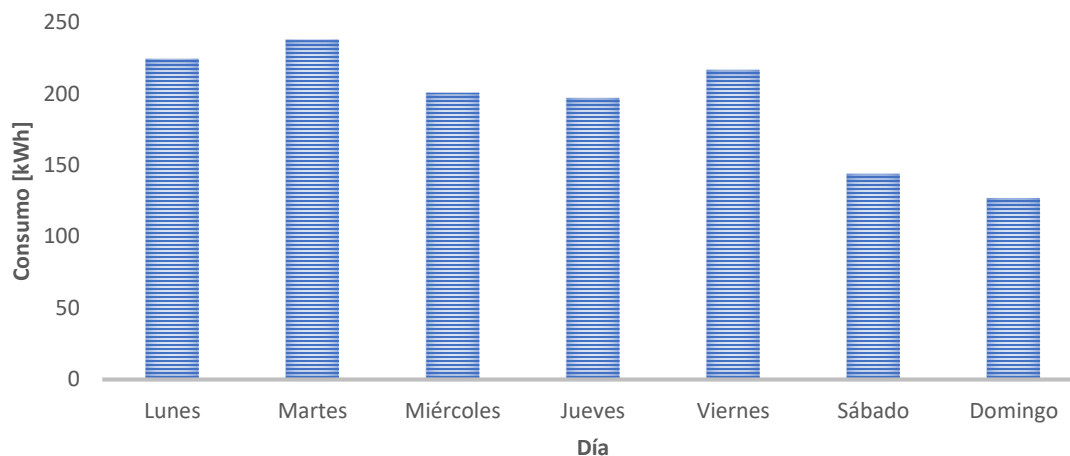
Gráfica 2: Tendencia de demanda durante el fin de semana.

De la Gráfica 1 se desprende la Gráfica 2, que representa el perfil de la demanda durante el fin de semana que, para el caso del centro de atención a clientes son días inhábiles.

En el perfil de demanda para los días sábado y domingo es más evidente la demanda base mencionada anteriormente, sin embargo, también se pueden observar un par de valles presentados el sábado en los periodos de 12:30 a 14:30 y de las 21:40 a las 23:30 horas, al consultarlo con la administración, se me mencionó que, en algunas ocasiones el personal de CFE-Distribución del área de monitoreo de energía es requerido para atender alguna eventualidad en el sistema eléctrico, situación que fue coincidente durante el periodo en el que se llevaron a cabo las mediciones, dicho personal fue solicitado durante dos turnos y fue esto lo que causó que se rebasara la demanda medida en las demás horas.

Durante el domingo el registro de la demanda base es más evidente ya que en este día no se presenta ningún tipo de actividad en el inmueble, salvo la presencia de dos personas de vigilancia.

Consumo



Gráfica 3: Tendencia de consumo de energía para cada uno de los días del periodo de medición.

En la Gráfica 3 se observa que, la tendencia de consumo presentada durante los días laborales es muy similar a excepción del miércoles y jueves, días en los que presenta una ligera disminución de aproximadamente el 16% con respecto al consumo máximo de 238 kWh registrado el martes, para el caso del consumo mínimo, como era de esperarse se midió el domingo, con un total de 127 kWh.

FACTURACIÓN

Para la facturación, se nos proporcionó el periodo de enero del 2017 a mayo del 2021. Contar con información histórica del consumo de energía al momento de realizar un análisis energético es de mucha utilidad, pues nos da un panorama de los cambios que ha sufrido la forma en la que se consume la energía en la corporación, y en algún momento puede servirnos para crear proyecciones de consumo, analizar si las medidas que se han implementado realmente han impactado, comparar consumos estacionales, comparar los consumos pasados con los presentes para ubicar cualquier anomalía, etc.

De la información en la facturación, se observa que, el servicio cuenta con una tarifa Gran Demanda en Baja Tensión, con tipo de suministro 3, es decir, que se suministra en Baja Tensión y se mide en Baja Tensión. Se encuentra en la División Valle de México Sur, en la Alcaldía Tlalpan.

En la Figura 6, se muestran algunos datos adicionales del servicio, que fueron obtenidos del sistema de Gestión Comercial (GESCOM) de la CFE.

GENERAL	BÁSICA	LOCALIZACIÓN	FACTURACIÓN	ESTADÍSTICA	SICOSS
GENERAL					
Rpu: 965750501171	RMU: 140507505140021	RFC:			
Nombre: IDIS COMISION FEDERAL DE ELECT		Dirección: PUENTE DE PIEDRA 21 COL. TORIE			
Numero de Cuenta: 64DN10E016410410		Calle Ady 1: LLO-TLALP D.F.			
Carga Inst.: 58.000 Kw	Dem. Contratada: 35.000 Kw	Calle Ady 2:			
Tarifa: 03	Tarifa DAC: No	No Hilos: 3	Iva: 16%	Dap: 0.00 (Por Catálogo)	Fecha Alta: 1975.05.14
Depósito: \$ 0.00		Teléfono: 0		E-Mail:	
Giro: T101 - CFE USOS PROPIOS				SCIAN: -	

Figura 6: Datos del servicio.

Con base en la información mostrada en la página de CFE, la Tarifa Gran Demanda en Baja Tensión es aplicada a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con una demanda mayor a los 25 kilowatts, excepto a aquellos servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa. La demanda por contratar en los servicios con esta tarifa es fijada inicialmente por el usuario y no debe exceder el 60% de la carga total conectada, ni ser menor de 25 kilowatts o de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

Tarifa.

La ley de la industria eléctrica en su artículo 12 en su fracción IV establece que la única institución facultada para expedir y aplicar la regulación tarifaria a que se sujetarán la transmisión, la distribución, la operación de los Suministradores de Servicios Básicos, la operación del CENACE y los Servicios Conexos no incluidos en el Mercado Eléctrico Mayorista, así como las tarifas finales del Suministro Básico es la Comisión Reguladora de Energía (CRE), es así que, el 29 de junio de 2021 publicó el acuerdo Núm. A/064/2018 en el que se determina la metodología de cálculo y ajuste de las Tarifas Finales de Suministro Básico.

Metodología de cálculo para la tarifa Gran Demanda en Baja Tensión.

La metodología para determinar el cálculo y ajuste de las tarifas finales que se aplican a la Empresa Productiva Subsidiaria CFE Suministrador de Servicios Básicos lo establece el Acuerdo número A/064/2018, que es el que se encuentra vigente al momento de escribir la presente.

La metodología es aplicable a doce grupos tarifarios, los cuales se clasifican con base en sus características de consumo, nivel de demanda (pequeña y gran demanda), nivel de

tensión al que se conectan (baja, media y alta) y tipo de medición con que cuentan (ordinaria y horaria). De esta forma se establecen las doce categorías que se especifican a continuación en la Figura 7.

Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior1/
DB1	Doméstico en Baja Tensión, consumiendo hasta 150 kWh-mes	1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F
DB2	Doméstico en Baja Tensión, consumiendo más de 150 kWh-mes	1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, DAC
PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
RABT	Riego Agrícola en Baja Tensión	9, 9CU, 9N
APBT	Alumbrado Público en Baja Tensión	5, 5A
APMT	Alumbrado Público en Media Tensión	5, 5A
GDMTH	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión Horaria	HM, HMC, 6
GDMTO	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión Ordinaria	OM, 6
RAMT	Riego Agrícola en Media Tensión	9M, 9CU, 9N
DIST	Demanda Industrial en Subtransmisión	HS, HSL
DIT	Demanda Industrial en Transmisión	HT, HTL

Figura 7: Categorías Tarifarias.

La Tarifa en Gran Demanda en Baja Tensión, es la Tarifa en baja tensión más cara del Mercado junto con la Tarifa DAC debido a que, no cuentan con subsidio y en el caso de la GDBT, adicional a esto, es aplicado un cargo por demanda.

A continuación, se explican los criterios para cada uno de los montos aplicados a esta Tarifa:

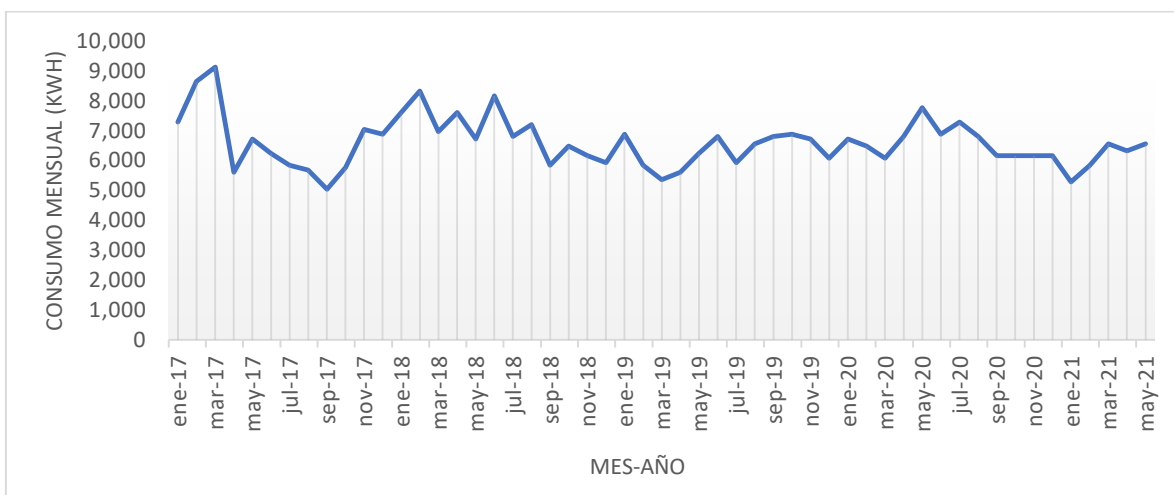
- 1. Cargos por Transmisión.** La Tarifa GDBT cubre el monto correspondiente al nivel de tensión menor a 220 kV
- 2. Cargos por Distribución.** Al ser una tarifa en Baja Tensión, la tarifa GDBT tiene cargo por servicio de Distribución los cuales incluyen un cargo por la energía (kWh) para los usuarios que, por su tipo de medidor, no es posible diferenciar entre la demanda y energía consumida, y para el resto de los usuarios se aplica un cargo sobre la demanda (kW). Para la tarifa GDBT el cargo es por demanda.
- 3. Cargo por Operación del CENACE.** Se aplica a través de un monto por nivel de consumo (kWh) correspondiente a las cargas.

4. **Cargo por Operación del Suministro de Servicios Básicos.** Se compone de un importe mensual único independiente del nivel de consumo o demanda del usuario.
5. **Cargo por Servicios Conexos no Incluidos en el MEM.** se aplica para las 12 categorías tarifarias y 17 divisiones tarifarias y corresponde a un importe mensual por nivel de consumo (kWh).
6. **Cargo por Capacidad.** Para el caso de la tarifa GDBT el cargo es asignado a la demanda máxima (kW).

En los datos históricos de la facturación, se observa que, durante el año 2017 el consumo de energía era muy fluctuante, es así durante ese año que, se presentan los consumos máximos y mínimos de todo el periodo de facturación que se nos proporcionó.

El consumo máximo se presentó en el mes de marzo con un total de 9,120 kWh y para el caso del valor mínimo se presentó en el mes de septiembre con un total de 5,040 kWh mensuales.

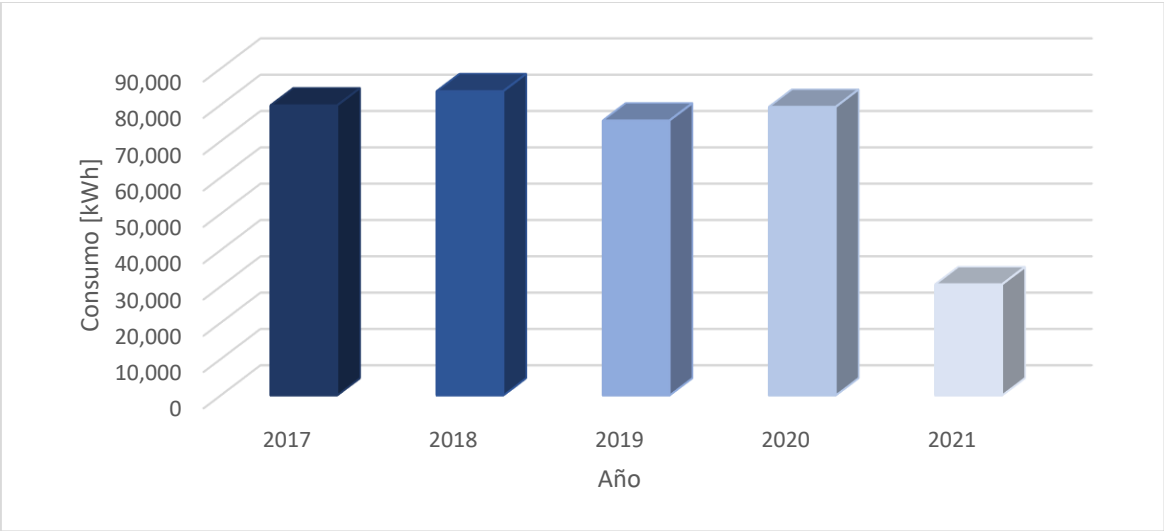
La tendencia de consumo en el inmueble ha sido relativamente constante desde septiembre del 2018, presentando una ligera alza en los meses de mayo a julio de 2020. A pesar de que en México a partir de marzo del 2020 la población fue confinada debido a la pandemia producida por el virus del SARS-COV-2, el personal del Centro de Atención no dejó de trabajar de forma presencial, es por ello por lo que durante el periodo no se observa ninguna baja en la tendencia de consumo (Gráfica 4).



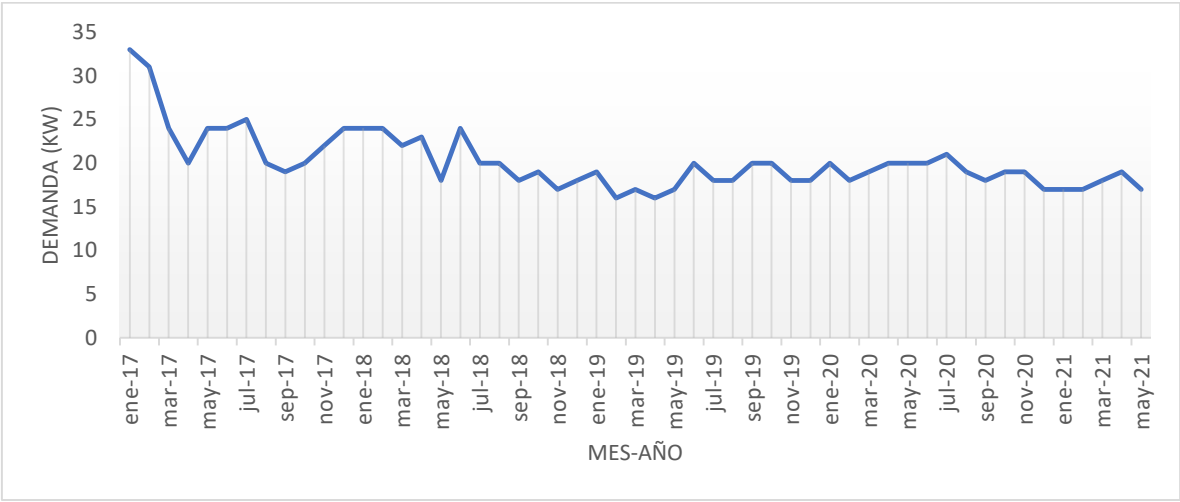
Gráfica 4: Consumo mensual en el periodo de enero 2017 a mayo 2021

En la Gráfica 5 se muestra el comportamiento del consumo por año, en el cual es muy evidente que en el 2018 se presentó el mayor valor con 83,760 kWh. Los años 2017 y 2020 tuvieron consumos muy similares con 79,840 y 79,440 kWh respectivamente.

Es importante tener en cuenta que, para el caso del año 2021, la información disponible solo abarca hasta el mes de mayo, es por eso por lo que, la barra que representa este periodo es mucho menor que las demás.



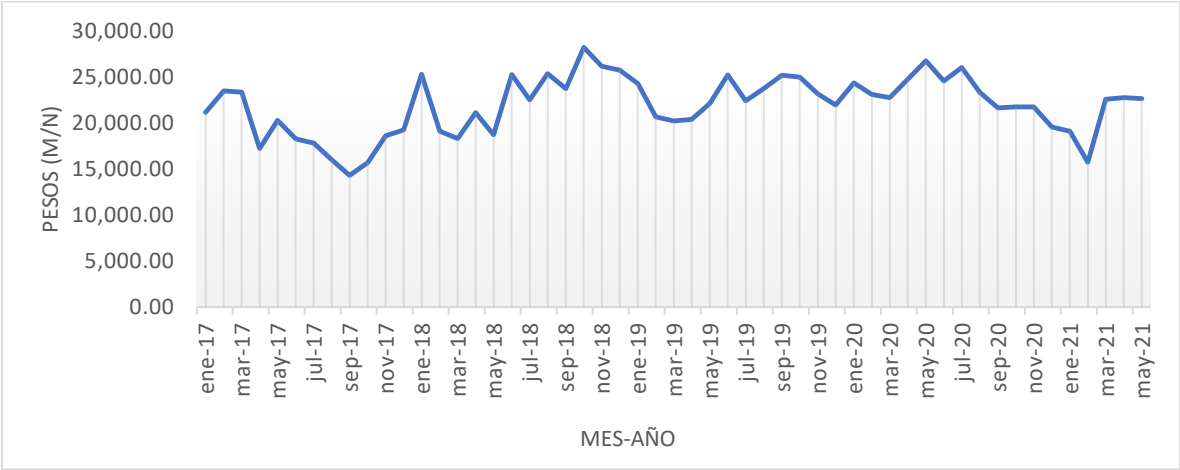
Gráfica 5: Consumo por año para el periodo de enero 2017 a mayo 2021.



Gráfica 6: Demanda mensual en el periodo de enero 2017 a mayo 2021

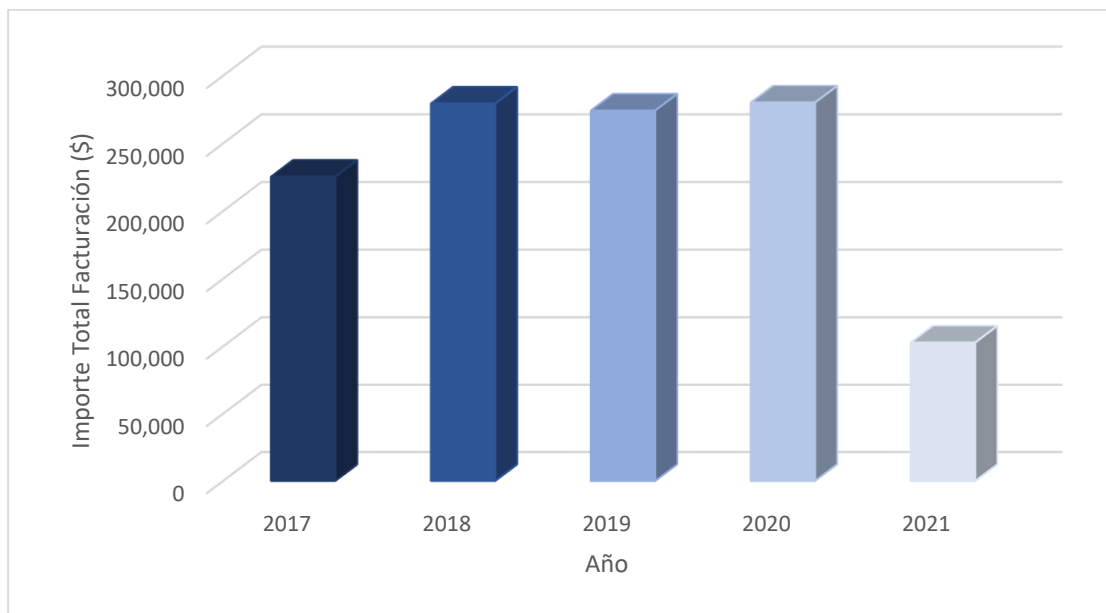
Para el caso de la demanda, se observa que, el valor especificado para servicios en Gran Demanda Baja Tensión sólo es superada en los dos primeros meses del 2017 con valores de 33 y 31 kW y ha presentado en lo que resta del histórico, una tendencia a la baja (Gráfica 6).

En cuanto a los importes, estos al igual que el consumo han sido muy variables registrando un máximo en octubre de 2018 con un total de 28,199 pesos (M/N) y un mínimo en septiembre de 2017 con un total de 14,300 pesos (M/N), que fue el mismo mes en el que se presentó el consumo mínimo, dicha tendencia puede observarse en la Gráfica 7.



Gráfica 7: Importe total facturado mensual en el periodo de enero 2017 a mayo 2021.

En la Gráfica 8 se muestra la facturación para cada año desde el 2017 hasta los primeros meses de 2021, en este caso, el año con mayor facturación fue el 2020, pagando por el servicio de energía eléctrica la cantidad de 280,064 pesos.



Gráfica 8: Imprime Total de la Facturación por Año para el periodo de enero 2017 a mayo 2021.

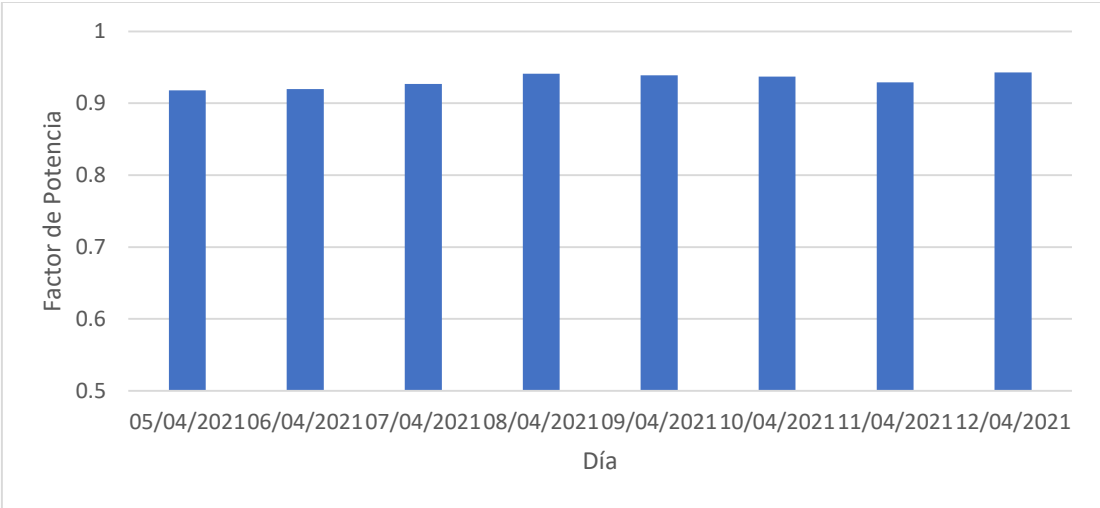
Si se comparan las tendencias tanto de consumo como importe total facturado se puede ver que son muy similares durante todo el periodo, a excepción de julio 2018 a enero 2019, lo que podría hacernos suponer que, es una consecuencia de la variación en los precios.

Se obtuvieron los costos mensuales del último año móvil para la zona y se puede observar que efectivamente pueden llegar a existir fluctuaciones considerables en el precio como es el caso de los meses abril y mayo 2021, en el que se presentó una variación de un poco más del 5%, el detalle de los precios puede observarse en la Tabla 2.

Mes	Precio (M/N)
jun-20	\$ 3.5527
jul-20	\$ 3.5796
ago-20	\$ 3.5298
sep-20	\$ 3.4180
oct-20	\$ 3.4297
nov-20	\$ 3.4227
dic-20	\$ 3.3559
ene-21	\$ 3.3392
feb-21	\$ 3.4649
mar-21	\$ 3.5445
abr-21	\$ 3.4275
may-21	\$ 3.6091

Tabla 2: Costo para la tarifa final GDBT en la zona Tlalpan 2021.

Otro dato interesante encontrado en facturación es que, el servicio debe contar con bonificación por factor de potencia ya que, durante todos los meses presentan valores encima de 0.9, inclusive esta información se cotejó con los datos obtenidos a través de la medición. En la Gráfica 9, se muestran los valores de factor de potencia promedio diarios medidos.



Gráfica 9: Factor de potencia promedio por día.

USOS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA.

Según la Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:2018, un uso significativo de la Energía es un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético (CONUEE, 2020), estos son determinados y seleccionados por la organización, y constituyen un aspecto clave dentro del Sistemas de Gestión de Energía SGE. El análisis del consumo y los usos de la energía permiten conocer cuáles son los USEn. En este sentido, la definición establece dos criterios: el primero hace referencia al consumo sustancial de energía, mientras que el segundo habla del uso que ofrezca un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.

Conocer los usos significativos de la energía en una organización es de suma importancia porque nos señala el área o áreas en las que es muy posible hacer mejoras, es por esto por lo que la determinación de estos indicadores es primordial en un análisis energético.

Usos significativos de la Energía en el Centro de Atención a Clientes.

Como se mencionó anteriormente, el levantamiento es el paso del diagnóstico en el que es posible determinar mediante la observación y el análisis de los datos recabados, cuál o cuáles son los procesos o equipos que están representando un uso significativo de la energía.

En muchas ocasiones, debido a la cantidad de equipos y para facilitar su consulta es conveniente clasificarlos por grupo con base en su uso y/o características. Para este caso, los equipos se agruparon de la siguiente manera:

- ✓ Operativos, que incluyen computadoras de escritorio, laptops, pantallas, multifuncionales y proyectores
- ✓ Misceláneos, que incluyen los dispensadores de agua, refrigeradores, frigoríficos, cafeteras, microondas y bombas de agua.
- ✓ Iluminación, que, como su nombre lo indica incluye a todas las luminarias instaladas en el edificio.
- ✓ Otros, aquí se incluyen las Cámaras de vigilancia, cajeros automáticos y ventiladores de torre.

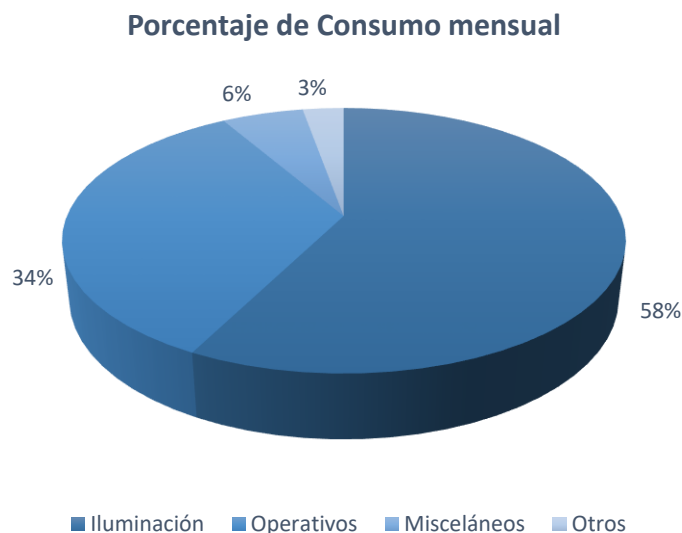
Durante el levantamiento en el centro de atención a clientes, se registró la cantidad de los equipos, sus datos de placa y los días y horas de uso, con esto fue posible calcular el consumo diario y como consecuencia, el consumo mensual para cada uno, como se muestra en la tabla 3.

Tipo de Equipo	Consumo mensual (kWh)
Iluminación	3,703
Operativos	2,190
Misceláneos	361
Otros	181
Total general	6,434

Tabla 3: Detalle de consumo mensual por grupo de equipos.

Como era de esperarse, los equipos operativos, en los que están incluidas las computadoras es uno de los grupos que más consumen energía en el inmueble después de la iluminación, esta información nos da una idea más clara de los puntos en los que nos tenemos que enfocar a la hora de hacer las propuestas.

A continuación, en la Gráfica 10, se bosquejan de manera más sencilla cada uno de los grupos de equipos y el consumo mensual que demandan en el inmueble (en kWh).



Gráfica 10: Porcentaje de consumo mensual por grupo de equipos.

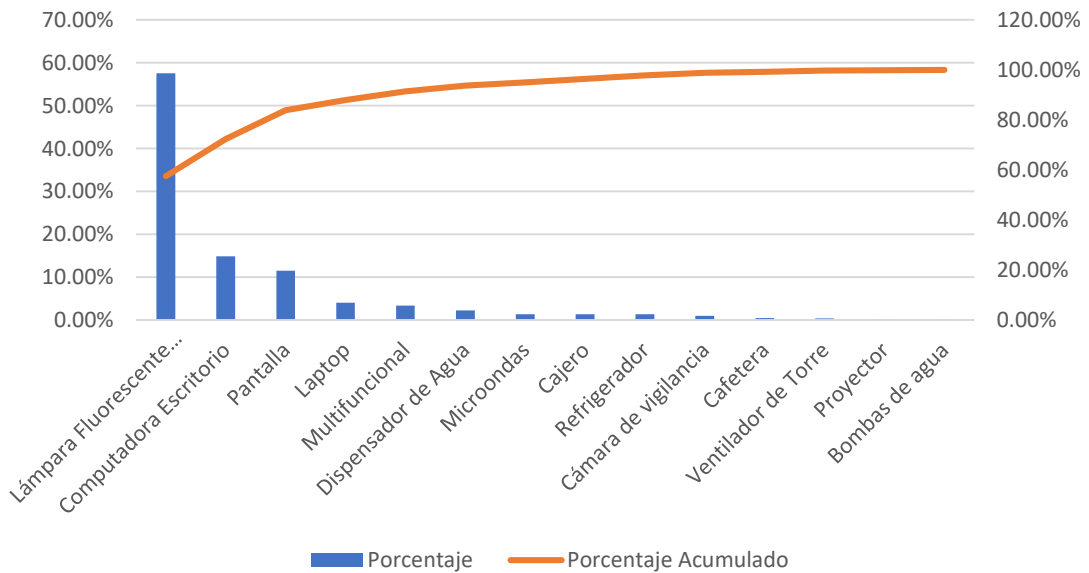
De lo anterior, sabemos que es muy probable que los equipos que más consumen energía estén en el grupo de iluminación y operativos, para esto, a continuación, en tabla 4 se muestran los equipos totales que se encuentran en el inmueble, así como su consumo mensual en kWh y el porcentaje que representan del total del consumo eléctrico en el inmueble.

Equipo	Número de Equipos.	Consumo mensual (kWh)	Porcentaje
Lámpara Fluorescente Compacta	400	3,703	57.55%
Computadora Escritorio	31	956	14.85%
Pantalla	7	743	11.54%
Laptop	18	263	4.08%
Multifuncional	5	219	3.40%
Dispensador de Agua	4	146	2.27%
Microondas	2	88	1.37%
Cajero	2	88	1.36%

Refrigerador	2	88	1.36%
Cámara de vigilancia	15	66	1.02%
Cafetera	2	30	0.47%
Ventilador de Torre	3	28	0.43%
Proyector	1	10	0.15%
Bombas de agua	2	8	0.13%
Total general		6,434	100.00%

Tabla 4: Consumo mensual y porcentaje de consumo de los equipos eléctricos.

Las lámparas fluorescentes compactas son el equipo que más energía eléctrica consumen, seguida de las computadoras de escritorio, equipos que en su conjunto representan el 72.4% del total de energía consumida, este punto será muy importante a lo largo del análisis, debido a que las medidas que se lleguen a tomar en cuanto a estos dos equipos representarán un ahorro significativo debido a los porcentajes de consumo que registran.



Gráfica 11: Diagrama de Pareto para el consumo de electricidad.

En el diagrama de Pareto mostrado en la Gráfica 11, es más evidente la gran diferencia que existe entre los consumos de los equipos que representan los usos significativos de la energía y el resto de los equipos en el inmueble.

Debido a que las lámparas fluorescentes compactas son los equipos más numerosos y con más horas de uso, es de esperarse que estas representen el porcentaje más alto de

consumo con 57.55%, casi cuatro veces más alto que el porcentaje de consumo del siguiente equipo que son las computadoras de escritorio.

Indicadores de Desempeño Energético.

Estos indicadores, como su nombre lo indica, permiten cuantificar el desempeño energético ya sea de la organización completa o de algunas partes de ella; son sumamente útiles al momento de entender, dar seguimiento, medir y analizar el desempeño de energía antes, durante y después de las medidas de acción.

Los IDEn suelen expresarse mediante una relación de unidades de energía sobre unidades de producción, superficie o servicio, sin embargo, también pueden representarse como:

- ✓ Un consumo de energía (el total o por tipo de uso de la energía).
- ✓ Una relación cuantitativa del consumo de energía en función de costos, salidas de productos, bienes o servicios.
- ✓ Un modelo estadístico, modelo de ingeniería o simulaciones.

Con base en el análisis realizado a la organización, el uso significativo de la energía en el cual nos enfocamos es la iluminación, debido a que esta representa aproximadamente el 58% del consumo total del inmueble.

Derivado de la información con la que se cuenta es posible calcular dos tipos de indicadores de desempeño energético (IDEn) que podrían sernos útiles, estos indicadores están relacionados con la superficie del inmueble y con la cantidad de personal.

1. Consumo Eléctrico por unidad de Superficie (kWh/m²) y,
2. Consumo eléctrico por trabajador (kWh/trabajador).

De la información semanal obtenida de las mediciones, se calculó el consumo mensual correspondiente a abril del 2021, con esto fue posible segregarse la energía en días laborales y no laborales. En la tabla 5, se muestra los valores de los dos IDEn calculados.

IDEn por trabajador		IDEn por área	
días laborales	días no laborales	días laborales	días no laborales
65.48 kWh/trabajador	15.04 kWh/trabajador	4.32 kWh/m ²	0.99 kWh/m ²

Tabla 5: Valores de los IDEn en los días laborales y no laborales.

Como era de esperarse, los índices para los días laborales son más altos que los obtenidos para los días en los que no hay actividad en el inmueble, esto confirma el hecho de que el

periodo realmente importante de analizar y en el que existe mayor demanda de energía eléctrica es de lunes a viernes.

Línea Base

Otra de las herramientas que nos sirven de referencia para comparar el nivel de consumo y eficiencia de los usos de la energía de una organización es la llamada Línea Base Energética (LBE), la línea base, al igual que los IDEn tiene diferentes niveles.

Las líneas base pueden clasificarse según su tipo y complejidad en tres tipos: Simple, Compleja o en un Modelo Estadístico Normalizado.

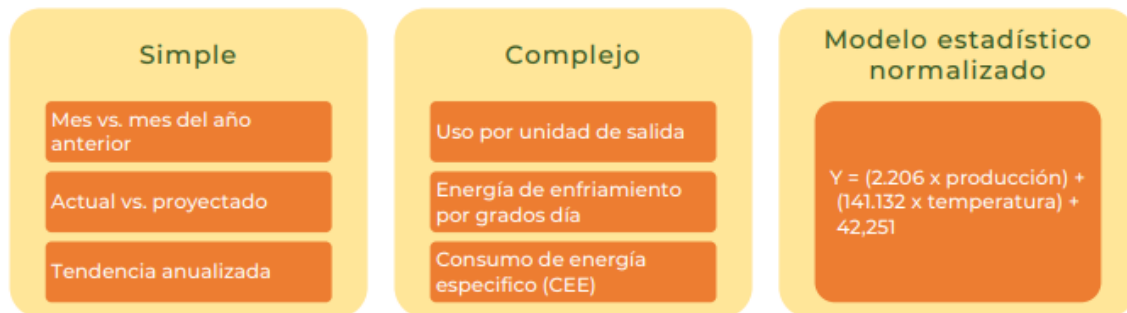
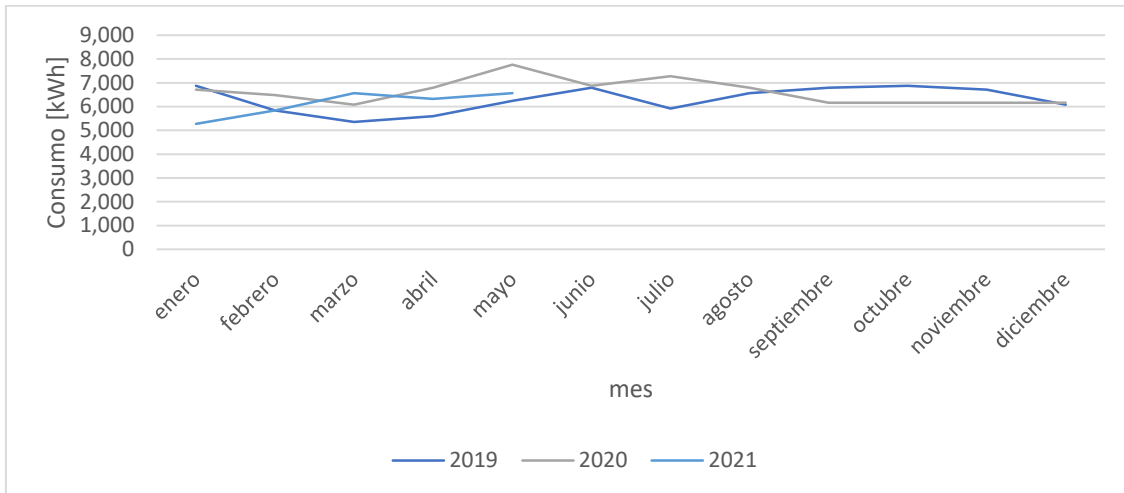


Figura 8: Nivel de Complejidad de IDEn y LBE. Fuente CONUEE.

Para el caso de estudio se eligió una LBE simple, en la cual se observó el comportamiento mes vs mes del año anterior, así como la tendencia anualizada de la información que se tenía disponible.

El periodo analizado fueron los años 2019 y 2020, de los cuales se tenía información completa y el primer cuatrimestre del 2021.



Gráfica 12: Comparativo consumos anuales.

En la Gráfica 12 se compararon los últimos tres años de la facturación, para visualizar si los consumos tanto mensuales como anuales eran similares o si existía alguna tendencia de consumo estacional, con lo que buscaba determinar si existían ciertos equipos que se utilizaban en determinados periodos y que demandaran más energía de lo normal, sin embargo como se muestra, las tendencias no son nada similares, a excepción del mes de enero correspondientes al 2019 y 2020 en la que el consumo es coincidente.

Para el año 2020, que es el año del que se cuenta con información completa, se observa que se presentó un pico en el consumo del mes de mayo que, según la administración fue por el uso de ventiladores para compensar la climatización del espacio, los cuales superan por mucho los que se registraron durante el levantamiento, ya que dichos equipos se encuentran en resguardo hasta su utilización. Coincide que el 2020 es el año que presenta una tendencia de mayor consumo durante el año, inclusive por encima de la que se observa en el cuatrimestre del 2021; sin embargo, en el mes de agosto, se muestra una caída considerable de 480 kWh con respecto al mes de julio; para los meses restantes, (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) se presenta un comportamiento constante de 6,160 kWh para cada mes, lo cual no se había observado en ningún otro periodo de los años facturados.

ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN.

Contar con un nivel adecuado de iluminación al momento de desarrollar una actividad nos genera satisfacción, por el contrario, al existir condiciones desfavorables, éstas pueden tener como consecuencia problemas de salud o hasta accidentes del personal.

Actualmente se llevan a cabo estudios de iluminación en los lugares de trabajo en un esfuerzo por cumplir las normas establecidas y con la intención de conocer las condiciones actuales de los centros y mejorarlas. Estos estudios buscan crear las mejores condiciones de uso en los sistemas de iluminación y al mismo tiempo procurar un uso eficiente de estos.

En México existen algunas normas oficiales para el estudio de los sistemas de iluminación tanto para la parte de la tecnología de las lámparas, como para el servicio de alumbrado que otorgan al usuario. Las normas más utilizadas en esto temas son la NOM-007-ENER-2014, la cual establece los niveles de eficiencia energética en términos de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado interno (DPEA) y es aplicable en los sistemas de edificios no residenciales nuevos y a las ampliaciones que se realicen una vez vigente y la NOM-025-STPS-2008 que establece los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad requerida para cada actividad visual.

Estas dos normas serán las utilizadas para realizar el análisis del sistema de iluminación en el edificio de Centro de Atención a Clientes.

[NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.](#)

La norma NOM-007-ENER-2014 menciona en su contenido dos objetivos, con los que busca establecer los niveles de eficiencia energética con base en el análisis de la Densidad de Potencias Eléctrica de Alumbrado (DPEA) y establecer el método de cálculo para su determinación en los edificios no residenciales que se hayan construido o hayan sufrido algún tipo de modificación o ampliación después de la entrada en vigor, caso en el cual la norma sólo sería aplicada exclusivamente a los sistemas de alumbrado de dicha ampliación o modificación.

Su campo de aplicación comprende los sistemas de alumbrado tanto interior como exterior con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW. Dicha norma especifica en su punto 2 "Campo de aplicación" a los edificios que, con base en las tareas y actividades

que desarrollen son objeto de su aplicación, así como las excepciones contenidas en su apartado 2.1.

La Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado mencionada en la norma, es un parámetro que nos permite tener una idea de la cantidad de potencia que tenemos instalada en una determinada área, esta “densidad” debe ser calculada a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo con la metodología que se muestra a continuación:

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}}$$

A pesar de que el valor debe ser calculado para la totalidad del edificio, se decidió primero hacer el análisis seccionado por plantas, esto para analizar de manera más detallada la DPEA y poder decidir si el cambio de tecnología para las lámparas debía ser total o era posible realizarse sólo en ciertas secciones del edificio que no hayan cumplido con los valores establecidos y así disminuir los costos de la inversión.

En este punto, hay que tener en cuenta que, no siempre es necesario realizar cambios drásticos en los inmuebles para lograr mejorar las condiciones de este, sino que, en las propuestas que se realicen es muy importante tener en cuenta la opinión y presupuesto del cliente, sobre todo cuando ese presupuesto proviene de la hacienda pública, como es el caso de la Comisión Federal de Electricidad.

En los planos del edificio (Anexo 1) se puede observar de manera más clara la forma en la que están delimitadas las áreas, así como los espacios de oficina, que son los de interés para la aplicación de la NOM-007-ENER-2014.

Debido a que el uso de dicho inmueble es exclusivo de oficina, sólo se tomará el índice correspondiente especificado en la norma ENER-007, en su tabla 1 “Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)”, la cual se muestra en la figura 9. Para el caso del estacionamiento exterior, se consideró el valor aplicable para las áreas exteriores restantes proporcionado en el punto 6.2, el cual no debe ser mayor a 1.3 W/m².

Es de suma importancia no perder de vista que la norma establece valores máximos, por lo tanto, para el caso de espacios de oficina el valor para su cumplimiento debe ser menor a 12 W/m².

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	12

Figura 9: Valor máximo de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) en área de oficina.

Análisis de iluminación por niveles en el inmueble.

El centro de atención a clientes en el que se llevó a cabo el análisis cuenta con tres niveles, es decir, la planta baja, el primero y segundo piso; en cada uno de los espacios solo se desempeñan actividades de oficina, por lo que resultó mucho más sencillo el estudio para cada una de las partes.

Como se mencionó, la revisión de la norma se hizo de manera individual, a continuación, se explica un poco de la estructura de cada uno de los niveles, así como los resultados obtenidos de la aplicación de la norma.

Área de Planta Baja.

a) Oficinas

En la planta baja del edificio está el área de atención a clientes, los CFEmáticos y las áreas estacionamiento que se encuentran en la parte trasera y frontal del edificio, los cuales son para personal de la CFE y clientes del Centro de Atención, respectivamente.

Para fines de la evaluación de la norma, los únicos espacios que serán considerados son el área de atención a clientes a la cual se le aplicarán los valores determinados para espacios de oficina por la similitud de las actividades desempeñadas y las áreas de estacionamiento a las cuales se les aplicarán los valores para “áreas exteriores restantes” especificadas en la norma. Los espacios de CFEmáticos serán descartados, debido a que en ellos no existen un número considerable de lámparas y el área que ocupan es pequeña en comparación con las demás, apenas de 6m².

El espacio considerado como oficina cuenta con un área de 95 m² y en él se encuentran instaladas un total de 28 lámparas fluorescentes compactas de 23 W cada una, lo cual da como resultado una DPEA de $6.78 \frac{W}{m^2}$

b) Estacionamiento

El área total de estacionamiento tomando en cuenta el público y el privado, es de 335.12 m² y en ella se encuentran instaladas un total de 40 lámparas fluorescentes compactas de 23 W cada una, lo cual da como resultado una DPEA de $2.75 \frac{W}{m^2}$

Primer Piso

El primer piso del inmueble es un espacio que funge como oficinas; en esta planta existen espacios grandes de pasillos, con poco movimiento de personal y mucha iluminación tanto artificial como natural, pues la fachada del edificio es de cristales. En esta planta existen sanitarios para ambos sexos y una terraza para esparcimiento, así como una cocineta. Los espacios interiores también están delimitados con cristales, lo cual permite la “circulación” de la luz.

El área total de oficinas en este piso es de 228.31 m² y en ella se encuentran instaladas un total de 124 lámparas fluorescentes compactas de 23 W cada una, lo cual da como resultado una DPEA de $12.49 \frac{W}{m^2}$

Segundo Piso

La distribución de áreas del segundo piso es muy similar a la del primero, cuenta con espacio de sanitarios para ambos sexos, área de cocineta y terraza; al igual que la primera planta es un área muy iluminada y en su mayoría es utilizada como oficina.

El área total de oficina en este piso es de 188.43 m² y en ella se encuentran instaladas un total de 74 lámparas fluorescentes compactas de 23 W cada una, lo cual da como resultado una DPEA de $9.03 \frac{W}{m^2}$.

Debido a que la determinación del cumplimiento de la norma se desprende del análisis total del inmueble, la DPEA real para el Centro de Atención a Clientes es de 7.22 W/m², lo que significa que se cumple lo dictado en la norma, sin embargo, el primer piso y el estacionamiento podrían significar oportunidades de mejora en las que podríamos enfocarnos. En la tabla 6 se muestran los valores de DPEA para cada uno de los espacios del inmueble.

Espacio	Área (m ²)	Potencia LFC (W)	DPEA (W/m ²)	
Planta Baja	95.00	644	6.78	cumple
Primer Piso	228.31	2,852	12.49	no cumple
Segundo Piso	188.43	1,702	9.03	cumple
Estacionamiento	335.12	920	2.75	no cumple
Total	846.86	6,118	7.22	cumple

Tabla 6: Densidad de Potencia de Alumbrado para los niveles del inmueble.

NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

La Luz visible por el ojo humano no es más que una pequeña parte del espectro electromagnético, cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 380 nm y 780 nm (nanómetros).

Por otro lado, el flujo luminoso mide la cantidad de luz que emite una fuente determinada, por ejemplo, una lámpara y es medida en lúmenes (lm). El concepto de flujo luminoso se apoya de otros conceptos como la luminancia y la iluminancia, la primera sirve para definir la fracción de luz que tras reflejar o atravesar una superficie, es percibida por el ojo humano, la unidad usada para cuantificarla es la candela por metro cuadrado. A su vez, la iluminancia se refiere a la cantidad de luz que incide sobre una superficie determinada, la unidad utilizada para cuantificar esta cantidad de luz es el Lux.

El nivel de iluminancia que requeriremos irá en función de la tarea visual a realizar, para tareas como caminar por un pasillo, necesitaremos poca iluminancia. Por el contrario, cuando se trata de estudio, lectura o trabajos manuales de precisión necesitamos mayor iluminancia.

En el campo laboral existen diferentes actividades para las cuales es de suma importancia se tenga un nivel de iluminación adecuado; para evaluar dichos niveles de iluminación, en México se utiliza la norma NOM-025-STPS-2008 la cual establece los valores en cada una de las áreas de los centros de trabajo para que se cumpla con los niveles requeridos para cada actividad visual y, con esto se propicie un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrolle el personal. Dicha norma es de aplicación obligatoria para todo el territorio nacional y para todos los centros de trabajo.

La norma NOM-025-STPS-2008 busca entre otros objetivos, el cuidado en la salud de las personas que desempeñan actividades y requieren de iluminación para ello, incluso, presta

particular interés al personal que desarrolla las actividades con iluminación especial, es por ello que, para estos casos, en su contenido dicta como obligación del patrón la realización de exámenes de agudeza visual a los trabajadores con periodicidad anual, así como la obligación de dicho personal a cumplir con este requerimiento.

Las condiciones de iluminación en un espacio son determinadas por dos factores, la iluminación que llega directa a la superficie en la que desarrollamos alguna actividad y el nivel de reflexión, es decir, la fracción de luz que se refleja. Los valores requeridos para el confort visual de ambas magnitudes son especificados en la norma en su punto 7 “Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo”, en el cual nos especifica cuáles son los valores aceptables para que se tenga un confort visual con base en el tipo de área iluminada.

Metodología:

La Norma NOM-025-STPS-2008 contempla los niveles de iluminación, así como los de reflexión en el plano de trabajo y las paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación.

Para evaluar los niveles de iluminación es de suma importancia determinar los puntos en los que se colocará el luxómetro para la toma de la medición, para ello se utiliza el Índice de Área (IC), el cual se calcula con las dimensiones del espacio a medir.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)}$$

Donde:

IC = índice del área.

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

El resultado debe ser redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3, el valor a considerar es 4.

Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar	Número de zonas a considerar por limitación
IC<1	4	6
1≤IC<2	9	12
2≤IC<3	16	20
3≤IC	25	30

Tabla 7: Relación entre el índice de Área y el número de Zonas de Medición.

En la Tabla 7 se especifican el número de zonas mínimo a evaluar, así como el número de zonas a considerar por limitación, dependiendo del índice de área obtenido.

En el Anexo 1 contenido en el presente trabajo, se puede consultar el detalle del cálculo para la determinación de cada una de las zonas a evaluar.

De los valores indicados en la norma para los niveles mínimos de iluminación, se muestran en la Tabla 8 sólo los de nuestro interés y que fueron evaluados en el Centro de Atención a Clientes.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera, salas de descanso, cuartos de almacén, plataformas, cuartos de calderas.	100
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

Tabla 8: Niveles mínimos de iluminación.

Una vez establecidos los índices de área para el inmueble, se llevó a cabo la toma de medición de los niveles de iluminación para cada uno de los espacios indicados en la Tabla 8.

En la Tabla 9, se muestran los valores promedio obtenidos.

Concepto	Oficina	Escaleras	Sala de espera	Pasillo	Estacionamiento Trasero	Estacionamiento Frontal
Planta Baja	287	95	203		30	31
Primer Piso	308	93		276		
Segundo Piso	289	87		290		

Tabla 9: Valores de iluminación por área en luxes.

De los resultados obtenidos, es evidente que, para los espacios de oficina de la planta baja y segundo piso, los valores obtenidos no alcanzan a cumplir, pues recordemos que el nivel mínimo de iluminación para estos es de 300 luxes, teniendo valores de 287 y 289 respectivamente, este resultado es coincidente con la información del cálculo de la densidad de potencia, pues el primer piso es el que cuenta con un índice DPEA mayor y es el único nivel que cumplió en el área de oficinas.

La otra parte de la norma consiste en llevar a cabo el reconocimiento visual de la calidad de la iluminación en los espacios e identificar aquellas áreas en las que exista una iluminación deficiente o un exceso de iluminación que provoque el deslumbramiento. En muchas ocasiones, el deslumbramiento es provocado por la reflexión que producen las superficies que se encuentran cercanas a los trabajadores y trabajadoras, es por ello que medir el nivel de reflexión es muy importante en la evaluación de los niveles de iluminación en los centros de trabajo.

El factor de reflexión es calculado con base en la relación que existe entre la luz incidente sobre la superficie y la reflejada por esta.

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100)$$

Donde

E1 es el valor de la medición tomada con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia 10 cm ± 2 cm

E2 es el valor de la medición tomada con el luxómetro apoyado en la superficie, con el fin de medir la luz incidente.

La norma NOM-025-STPS-2008 también establece cuáles deben ser los niveles de reflexión para que las tareas sean cómodas y seguras de realizar. Las superficies reflejantes consideradas son las paredes y el plano de trabajo, con valores de sesenta y cincuenta por ciento, respectivamente.

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión K_r
Paredes	60%
Plano de Trabajo	50%

Tabla 10: Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión.

En promedio los valores de reflexión obtenidos en el inmueble fueron de 50% para paredes y 13% para superficies de trabajo, debido a que, estas últimas son superficies opacas. Se observa que en general la iluminación de los espacios es confortable y no genera ningún tipo de incomodidad visual al realizar las tareas, tampoco existe reflexión en los equipos de cómputo que puedan deslumbrar a los trabajadores y trabajadoras.

Del análisis realizado al sistema de iluminación y a los equipos en general, se desprende la necesidad de buscar alternativas para disminuir el consumo, un área de oportunidad muy evidente es el sistema de iluminación, que consume más de la mitad de la energía en la organización.

Se propone de primera instancia, la sustitución del total de lámparas en el inmueble, de las cuales se busca que tengan una potencia por debajo de los equipos instalados actualmente y que, el flujo luminoso sea mayor, esto en la búsqueda de cumplir con lo establecido en las normas y generar un ahorro en el consumo.

PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Cambio de Lámparas.

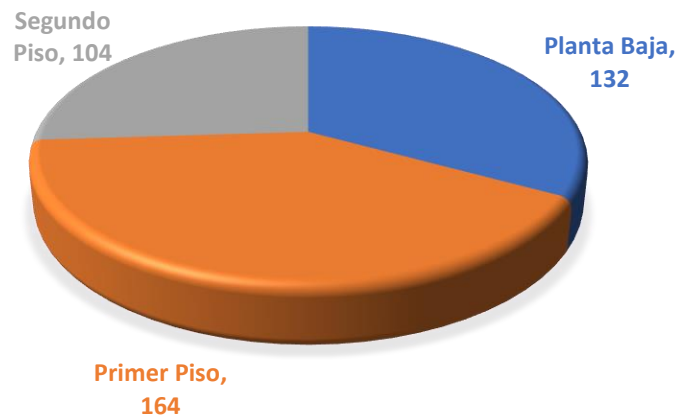
Con base en el análisis realizado a los valores recabados en el inmueble, se advierte que, la iluminación es el área en la que se tendría un impacto significativo en el consumo, de realizarse una propuesta de cambio, debido a que esta representa el 58% del total del consumo registrado en el inmueble.

La propuesta en primera instancia se trata del cambio de las 400 lámparas fluorescentes compactas (LFC) instaladas en la actualidad, por tecnología más eficiente, como lo son las lámparas LED.

Las LFC instaladas cuentan una potencia de 23 W cada una y registran un consumo total de 3,703 kWh mensuales, se busca que las lámparas LED propuestas tengan características físicas similares lo que facilite su instalación y no requiera de cambios estructurales y/o trabajos que afecten las actividades cotidianas en el inmueble, lo que, además representaría un gasto extra para el cliente.

Vale la pena mencionar que, la empresa cuenta con personal disponible para llevar a cabo estas mejoras sin la necesidad que la mano de obra represente un gasto extra a la organización.

Las lámparas se encuentran distribuidas en cada uno de los pisos del edificio tal como se muestra en la Gráfica 13. Observándose que, el Primer Piso es el área con más lámparas instaladas, en comparación con la planta baja y el segundo piso.



Gráfica 13: Número de lámparas por piso.

Para el cambio se eligió una lámpara LED con potencia de 19 W, lo cual solo representa 4 W menos que las lámparas instaladas, pero por la cantidad de equipos a sustituirlos el ahorro será significativo e impactará en el consumo total.

Se eligió este tipo de lámparas debido a que, las características físicas y eléctricas son compatibles lo que nos evitará hacer cambios estructurales en el edificio, además el flujo

luminoso y las horas de vida que proveen es mayor que el de las actuales, y por supuesto porque la potencia nominal es menor.

Características	Lámparas Actuales	Lámparas Propuestas
Tipo	LFC	LED
Potencia (W)	23	19
Lúmenes	1,600	1,800
Horas de vida	10,000	25,000
Base	E27	E27
Voltaje (V)	100-127	100-240

Tabla 11: Características de las lámparas.

En cuanto al tema económico, el costo unitario de las lámparas es de \$239 lo que significa que la empresa necesitaría invertir una cantidad aproximada de \$ 95,600 en la compra de las 400 lámparas LED. Con este cambio se generaría un ahorro de alrededor de 644 kWh mensuales.

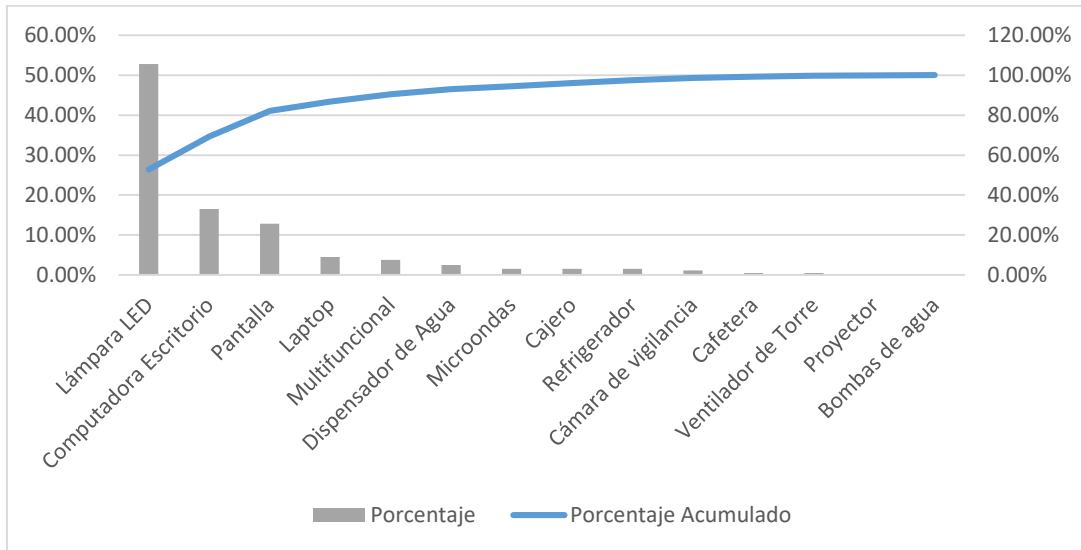
Equipo	Número	Potencia (W)	Consumo mensual (kWh)
Lámpara Fluorescente Compacta	400	23	3,703
Lámpara LED	400	19	3,059
Ahorro Energético			644

Tabla 12: Ahorro energético por cambio de luminarias.

Para calcular el nuevo consumo por iluminación, se tomaron los tiempos de encendido que nos fueron proporcionados por el personal al momento del levantamiento y la potencia de las lámparas que se propone instalar, el cálculo nos dio un consumo total de 3,059 kWh mensuales, lo cual representa un 17% menos que el consumo registrado con las lámparas que se encuentran actualmente funcionando. El detalle de los tiempos de uso puede ser consultado en el Anexo 1 para mayor referencia.

En la Gráfica 14, se muestra el diagrama de Pareto con los datos del consumo de iluminación calculado para las lámparas propuestas; en el cual se puede observar que la iluminación pasó de representar un 57.55% a 52.83%, que, si bien pareciera ser poco, sí representará un ahorro considerable tanto energética como económicamente.

Por otro lado, en la Tabla 13 se muestra el detalle del consumo mensual, así como el porcentaje con respecto al consumo total del inmueble para cada uno de los equipos una vez se implementen las medidas de eficiencia.



Gráfica 14: Diagrama de Pareto para el consumo de electricidad con medida de eficiencia.

Equipo	Consumo mensual (kWh)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Lámpara LED	3,059	52.83%	52.83%
Computadora Escritorio	956	16.51%	69.33%
Pantalla	743	12.83%	82.16%
Laptop	263	4.54%	86.70%
Multifuncional	219	3.78%	90.48%
Dispensador de Agua	146	2.52%	93.00%
Microondas	88	1.52%	94.52%
Cajero	88	1.51%	96.03%
Refrigerador	88	1.51%	97.55%
Cámara de vigilancia	66	1.13%	98.68%
Cafetera	30	0.53%	99.20%
Ventilador de Torre	28	0.48%	99.68%
Proyector	10	0.17%	99.85%
Bombas de agua	8	0.15%	100.00%
Total general	5,790	100.00%	

Tabla 13: Detalle del consumo de los equipos después de la implementación de la medida.

Revisión de la norma NOM-007-ENER-2014 con las lámparas sustituidas.

Debido a que, para la revisión de la NOM-007-ENER-2014 solo se requieren los valores de potencia de las luminarias y las áreas en las que se instalarán, es posible hacer una revisión de la Densidad de Potencia que tendríamos con la instalación de las lámparas propuestas. Cabe recalcar que los valores de las áreas a iluminar en el inmueble se mantienen constantes y sólo se modificarán los valores de potencia de las lámparas obtenidos de las características eléctricas contenidas en la información disponible del producto.

A continuación, se muestra en la Tabla 14 el resumen con los nuevos valores de DPEA calculados con base en la potencia de las lámparas propuestas. Cabe recalcar nuevamente que esta validación se hace con el fin de tener la información más detallada, sin embargo, la norma es evaluada de forma totalizada.

Espacio	Área (m ²)	Potencia LED (W)	DPEA (W/m ²)	
Planta Baja	95	532	5.6	cumple
Primer Piso	228.31	2,356	10.3	cumple
Segundo Piso	188.43	1,406	7.5	cumple
Estacionamiento	335.12	760	2.3	no cumple
Total	846.86	5,054	6.0	cumple

Tabla 14: Densidad de Potencia de Alumbrado para los niveles del inmueble después del cambio en las luminarias.

En el análisis anterior de la Tabla 6, se pudo observar que los valores del primer piso rebasaban el índice dictado por la norma, en este caso, el valor bajó de 12.49 a 10.3 W/m².

Recordemos que, el valor del DPEA con el cual se deberá evaluar si el inmueble cumple o no, es el DPEA obtenido con la suma de todas las áreas a considerar y la potencia de todas las lámparas, dándonos en este caso un valor de DPEA para el edificio de 6.0, lo cual indica que el edificio seguiría cumpliendo con la norma después de la sustitución de las luminarias.

Para el caso de la NOM-025-STPS-2008, es necesario que el cumplimiento se evalué una vez instaladas las lámparas propuestas, debido a que, para la revisión de esta norma es necesario hacer mediciones de los niveles de iluminación. No obstante, es evidente que se tendrá una mejora en los niveles de iluminación debido a que el flujo luminoso de la lámpara Led es 12.5% mayor a la LFC.

PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Una vez teniendo claro los cambios que se realizarán en el inmueble, es posible calcular la inversión que deberá hacerse y cuál será el tiempo en el que la organización podrá recuperarla.

Como se ha mencionado, para la sustitución de las lámparas, se eligió una lámpara LED que compartiera características físicas y eléctricas con las LFC instaladas en el inmueble,

esto para que la inversión hecha en la compra no incluya cambios en la infraestructura o la instalación eléctrica del inmueble.

En cuanto a la mano de obra, una de las ventajas es que, no será necesario realizar gastos de instalación, ya que, la Comisión Federal de Electricidad tiene empleados que se encargan de los trabajos de mantenimiento en sus inmuebles, lo que significa que la inversión a considerar para la medida de eficiencia energética solamente será la que se haga para la adquisición de las lámparas.

Algunas de las características a destacar de las lámparas LED elegidas, es la potencia de 19W, así como el tiempo de vida de 25,000 h y una potencia de flujo luminoso de 1,800 lúmenes, esto nos muestra que, a pesar de tener una potencia menor que las lámparas LFC nos proporciona mejor rendimiento en iluminación y un mayor tiempo de vida, de más del doble.

Las lámparas propuestas tienen un costo unitario en el mercado de \$239.00, lo cual equivaldría a una inversión total de \$95,600 por la adquisición de las 400 unidades. Para evaluar el ahorro económico que representaría hacer el cambio de las lámparas, se compararon los montos mensuales derivados del consumo actual y los que resultarían del consumo de las lámparas LED, esto tomando en cuenta los costos de la tarifa GDBT correspondientes al año 2021, los cuales se detallan en la Tabla 15.

TARIFA	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
GDBT	3.3392	3.4649	3.5445	3.4275	3.6091	3.6390	3.6519	3.6559	3.6645	3.4977	3.6532	3.6517

Tabla 15. Precios para la Tarifa GDBT 2021.

Mes	Actualidad			Propuesta			Ahorro
	Consumo (kWh)	Demanda (kW)	Monto	Consumo (kWh)	Demanda (kW)	Monto	
Ene	3,703	9.20	12,365	3,059	7.60	10,215	2,150
Feb	3,703	9.20	12,830	3,059	7.60	10,599	2,231
Mar	3,703	9.20	13,125	3,059	7.60	10,843	2,283
Abr	3,703	9.20	12,692	3,059	7.60	10,485	2,207
May	3,703	9.20	13,364	3,059	7.60	11,040	2,324
Jun	3,703	9.20	13,475	3,059	7.60	11,132	2,343
Jul	3,703	9.20	13,523	3,059	7.60	11,171	2,352
Ago	3,703	9.20	13,538	3,059	7.60	11,183	2,354
Sep	3,703	9.20	13,570	3,059	7.60	11,210	2,360
Oct	3,703	9.20	12,952	3,059	7.60	10,699	2,252
Nov	3,703	9.20	13,528	3,059	7.60	11,175	2,353
Dic	3,703	9.20	13,522	3,059	7.60	11,170	2,352

Tabla 16: Detalle del consumo, demanda y montos por energía eléctrica de iluminación antes y después de la propuesta.

En la tabla 16 se muestra el monto por iluminación que se pagaría con base en el consumo de las lámparas instaladas en la actualidad y el de las lámparas propuestas, ambos evaluados con los costos de la energía eléctrica para el año 2021, del cual se puede encontrar el detalle en el Anexo 1.

Para el cálculo del consumo se aplicó la misma metodología tomando en cuenta los valores de la Tabla 1.

De lo anterior, se obtuvo un ahorro promedio aproximado de \$2,297 mensuales, lo que representa un 10% del total facturado en mayo 2021, que es el último mes del que se tiene información.

Tomando en cuenta que la inversión inicial para la sustitución de las lámparas sería de \$95,000 y esto generaría un ahorro anual de \$27,562, se calcula un tiempo de recuperación de aproximadamente 3.5 años. Esto sin considerar los ahorros por reemplazo, dado que la lámpara LED tiene un tiempo de vida de más del doble de las lámparas LFC.

PROPUESTA DE AHORRO ECONÓMICO MEDIANTE EL CAMBIO DE TARIFA.

Junto con la Tarifa DAC y la tarifa de Alumbrado Público en Baja Tensión, las tarifas Pequeña y Gran Demanda en Baja Tensión son de las tarifas eléctricas con precios al usuario final más elevadas.

Por Tarifas ▼ DN - VALLE DE MEXICO SUR ▼ DN10 - UNIVERSIDAD ▼ DN10E - TLALPAN ▼ Mensual ▼ Abril ▼ 2021 ▼ Generar

TARIFA	VENTAS (kWh)	PRODUCTOS (\$)	USUARIOS		CONSUMO MEDIO	PRECIO MEDIO
			FACTURADOS	TOTALES		
01	5,876,680	8,016,235.77	27,625	53,350	110.15	1.3641
* DAC	225,480	1,346,048.77	467	1,478	152.56	5.9697
02	73,800	239,389.92	2,983	6,644	11.11	3.2438
03	0	0.00	217	215	0.00	0.0000
05	0	0.00	9	9	0.00	0.0000
06	0	0.00	58	58	0.00	0.0000
* OM	0	-1,104.33	177	177	0.00	0.0000
* HM	157,279	351,518.07	198	198	794.34	2.2350
PB - PDBT	1,723,737	5,993,989.53	0	0	0.00	3.4773
GB - GDBT	1,498,103	5,134,702.31	0	0	0.00	3.4275
AB - APBT	28,728	119,953.52	0	0	0.00	4.1758
GH - GDMTH	17,958,839	38,204,420.00	0	0	0.00	2.1273
GO - GDMTO	2,820,836	6,815,817.84	0	0	0.00	2.4182
TOTAL	30,363,480	66,220,771.40	31,734	62,129	488.72	2.1809

Figura 10: Sistema de Información Estadística Comercial – CFE Suministro Básico

Como se observa en la Figura 10, en la zona Tlalpan, el costo de la Tarifa GDBT es una de las más elevadas. Una medida que no está relacionada con el ahorro ni la eficiencia

energética pero que representa un ahorro económico son las propuestas de cambio de tarifa, para el caso del CAC estudiado, esta opción sería necesaria, ya que, para que un servicio se facture en tarifa GDBT debe contar con una demanda mayor a 25 kW mensuales, valor que solo fue superado hasta el mes de febrero de 2017, según la facturación que se proporcionó. La recomendación sería realizar el cambio de esquema tarifario a una Tarifa GDMTO (Gran Demanda Media Tensión Ordinaria), la cual es aplicable a servicios con demandas menores a 100 kW.

En el mes de abril 2021 (Figura 10) la Tarifa Gran Demanda en Baja Tensión tuvo un precio medio por kWh de \$3.4275 (M/N); por otro lado, la tarifa GDMTO (Gran Demanda Media Tensión Ordinaria) tuvo un costo de \$2.4162 (M/N) para el mismo periodo, es decir, un 30% más barata que la tarifa GDBT.

Para que este cambio sea posible, un requisito que se tendría que cumplir sería la instalación de un transformador de capacidad de 30 kVA, el cual tendría que ser adquirido por parte del usuario. Al analizar en la figura 11 la infraestructura eléctrica del Centro de Atención a Clientes, para idear la instalación del transformador, se observó que existe un poste a escasos metros del inmueble, razón por la que se eligió un transformador tipo poste los cuales son los más económicos del mercado en comparación con los transformadores de pedestal.



Figura 11: Estructura eléctrica al exterior del inmueble.



Figura 12: Transformador para cambio de tarifa.

El transformador elegido es un transformador tipo poste de la marca PROLEC, con capacidad de 30 kVA y voltaje primario de 23,000 V, con conversión 220/127 V. El costo de este transformador es de \$32,800, monto económico que puede resultar atractivo para el usuario.

Cálculo de ahorro económico por cambio de tarifa.

Un punto importante para saber si el cambio de la tarifa es conveniente, principalmente por la inversión que se deberá realizar, es calcular el ahorro económico que esta medida significará, para ello, se realizó la facturación para la tarifa propuesta, con base en el consumo eléctrico del inmueble.

Para simular el monto facturado si el servicio estuviera en tarifa GDMTO, se tomó en cuenta la metodología establecida en el Anexo Único del Acuerdo A/064/2018, en el cual se establece que los cargos aplicables a dicha tarifa son aquellos cargos por energía, distribución y capacidad, así como el cargo fijo correspondiente a dicha tarifa. Los datos utilizados para el cálculo fueron obtenidos del historial de facturación, y los resultados se muestran en la Tabla 17.

GDMTO	
Facturación del Periodo	
Energía	\$ 14,949
Bonificación FP	-\$ 371
Cargo fijo	\$ 718
Subtotal	\$ 15,296
IVA 16%	\$ 2,447
Facturación Total	\$ 17,743

Tabla 17: Facturación del servicio simulando una tarifa GDMTO

Con base en lo anterior, el costo promedio por kWh para la tarifa GDMTO sería de \$2.81, considerando que el consumo mensual del mes facturado fue de 6,320 kWh.

Haciendo la comparativa de la facturación de ambas tarifas para el mismo mes de abril 2021, se observa que, se tendría un ahorro mensual por el cambio de esquema tarifario de \$4,976. En la Tabla 18 se puede consultar el detalle del monto de la facturación tanto para la Tarifa GDBT como la GDMTO, así como el ahorro resultado del cambio.

Tarifa	Monto (\$)
GDBT	22,719
GDMTO	17,743
Ahorro	4,976

Tabla 18: Ahorro por la implementación del cambio de tarifa.

Es importante recordar que el ahorro reflejado en el recibo del servicio sería del doble de esta cantidad, debido a que los cobros se realizan de forma bimestral, es decir, tendríamos un ahorro de casi diez mil pesos por periodo. El tiempo de recuperación de la inversión sería de aproximadamente 6 meses, tomando en cuenta la inversión de \$32,800 por la adquisición del transformados y un ahorro mensual de \$4,976.

Las medidas propuestas aparte de generar ahorros económicos, también generan ahorros energéticos los cuales derivan beneficios ambientales. Para este caso y tomando en cuenta un ahorro mensual de 644 kWh mensuales, se evitaría liberar a la atmósfera 4 toneladas de CO₂ equivalentes al año por consumo de electricidad.

INDICADORES.

Es importante que una vez que se hayan implementado las medidas de ahorro y eficiencia energética se reevalúen los indicadores de Desempeño Energético para medir el impacto que tuvieron las modificaciones en la cantidad de energía que se consume.

Recordemos que los IDEn evaluados para este caso fueron:

1. Consumo Eléctrico por unidad de Superficie (kWh/m²) y,
2. Consumo eléctrico por trabajador (kWh/trabajador).

Como se observa en la Tabla 19, los indicadores tuvieron cambios considerables a consecuencia de las modificaciones realizadas, presentando un ahorro del 10% tanto para el consumo eléctrico por superficie como para el consumo eléctrico por trabajador.

Indicador	Consumo Eléctrico por Superficie (kWh/m ²)	Consumo Eléctrico por Trabajador (kWh/trabajador)
IDEn _{actual}	5.90	89.36
IDEn _{modificación}	5.31	80.42
Diferencia	0.59	8.94

Tabla 19: Comparativa de los IDEn antes y después de la medida de eficiencia energética.

Después de efectuar el análisis de toda la información recabada, se realizó la propuesta de un plan de Acción del SGen, en el cual se busca implementar las medidas que se mencionan en la Tabla 20, estimando un tiempo de tres meses para su aplicación.

No.	MEDIDA	ACTIVIDAD A REALIZAR	mes 1				mes 2				mes 3			
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Acción 1	Programa de concientización del uso de la electricidad	Explicar a las trabajadoras y trabajadores la importancia de mantener apagados los equipos que no se encuentren en uso.												
		Proyectar en los escritorios de los equipos de trabajo banners con información clara y breve de la importancia del ahorro de la energía eléctrica.												
Acción 2	Reforzamiento a los programas de mantenimiento	Limpieza de los gabinetes de las luminarias.												
		Cambio de lámparas averiadas.												
Acción 3	Aplicación de medidas de ahorro de energía en equipos de cómputo	Revisión periódica del funcionamiento de los apagadores.												
		Utilizar el modo de ahorro de energía.												
		Limpiar periódicamente el cache y evitar utilizar aplicaciones de arranque innecesarias.												
		Eliminar el polvo en los equipos.												
		Minimizar el brillo en pantallas.												

Tabla 20. Plan de actividades a realizar para el ahorro energético en el Centro de Atención a Clientes

CONCLUSIONES.

A pesar de los esfuerzos que la Comisión Federal de Electricidad hace para mantener consumos bajos de electricidad en sus inmuebles y procurar un uso provechoso de la energía, en el inmueble no parece existir una cultura de ahorro, pues durante el levantamiento se pudieron observar equipos conectados y encendidos en los horarios en los que no se hallan personas haciendo uso de ellos.

Al ser un edificio de oficinas, el consumo y la demanda son relativamente bajos, por lo que las propuestas realizadas parecieran no ser tan significativas, sin embargo, si analizamos el cambio de luminarias para el uso eficiente de la energía y escalamos esta medida a una aplicación global; tomando en cuenta que solamente de CFE – Suministro Básico existen en el país más de 1,200 edificios, la implementación de dicha medida cobra aún más sentido

pues, considerando que todos los Centros de Atención a Clientes tengan las mismas características y mismos consumos se lograría ahorrar alrededor de 9.3 GWh anuales, con lo que se evitarían liberar a la atmósfera cerca de 4,581 toneladas de CO₂ equivalentes por consumo de electricidad, tomando como referencia el Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional correspondiente al año 2020.

Realizando el mismo ejercicio para el caso de la propuesta del cambio de tarifa y teniendo en cuenta que se tuvo un ahorro mensual de \$4,976 por la aplicación de la medida; al replicarla en los 1,200 edificios se podría evitar el gasto de 71.65 MDP de la Hacienda Pública, cantidad de dinero que podría ser utilizado en otras necesidades de la empresa.

Todo lo anterior nos lleva a concluir que, las medidas planteadas son provechosas y representan ahorros considerables en la Hacienda Pública, así como el beneficio ambiental de evitar la liberación de GEI gracias a la energía eléctrica no consumida por el cambio de tecnología más eficiente para la iluminación.

Una recomendación que deriva del análisis realizado es que la empresa enfoque aún más sus esfuerzos para incrementar las medidas de concientización con el personal acerca del uso de los energéticos, principalmente en la electricidad, así como reforzar los programas de mantenimiento.

Para el caso de las luminarias se aconseja realizar limpiezas periódicas en los gabinetes para mejorar la iluminación en los espacios y llevar a cabo la sustitución de las lámparas en cuanto se averíen. Para el caso de la instalación eléctrica en general se observa que se encuentra en buen estado debido a que es una instalación relativamente nueva, los apagadores y los contactos se encuentran funcionando adecuadamente, sin embargo, es conveniente se revisen de forma adecuada por lo menos dos veces por año.

Tomando en cuenta que el segundo uso significativo de la energía en el inmueble son las computadoras, un campo de oportunidad sería implementar programas de ahorro en este tipo de equipos, ya que representan casi el 15% del consumo total en la corporación.

BIBLIOGRAFÍA

Secretaría de Energía. (18 de febrero de 2021). *Balance de Energía 2019*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf

Secretaría de Energía. *Consumo de energía en los sectores residencial, comercial y público (petajoules)*. Sistema de Información Energética. Recuperado 29 de abril de 2021.
<https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C03>

Chatellier, Diego. McNeil, Michael. (abril 2019). *Consumo de Electricidad de Edificios no Residenciales en México: La importancia del Sector de Servicios*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/455552/cuaderno3nvciclo_2.pdf

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (mayo 2018). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética en México 2018*.
https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/analisisyperspectiva/informesdemonitoreo/2018_Informe_de_monitoreo_IEE.pdf

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2020). *Manual para el diseño y operación de programas de eficiencia energética en edificio públicos de gobiernos estatales*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600845/EE_Edificiospublicos_estatales_Vfinal_141220.pdf

Comisión Federal de Electricidad. *Esquema Tarifario Vigente*. Recuperado 30 de abril de 2021.

<https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Tarifas/PequenaDemandaBT.aspx>.

Smarkia. (26 de agosto de 2014). *Top 10 de Indicadores de Desempeño Energético (IDEns) por sectores de actividad*. <https://www.smarkia.com/es/blog/top-10-de-indicadores-de-desempeno-energetico-idens-por-sectores-de-actividad>.

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía/ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (25 de julio de 2016). *Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119159/Manual_SGEn_Conuee_2da_Edicion.compressed.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (09 de marzo de 2021). *Ley de la Industria Eléctrica*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec_090321.pdf

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (julio 2020). *Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:2018*. https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SGEn/manuales/Guia_ISO_50001_2018_paginas_web1.pdf.

Diario Oficial de la Federación. (29 de junio de 2021). *ACUERDO Núm. A/064/2018 por el que la Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para determinar el cálculo y ajuste de las tarifas finales que aplicarán a la Empresa Productiva Subsidiaria CFE Suministrador de Servicios Básicos y su Anexo Único*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5622415&fecha=29/06/2021.

Diario Oficial de la Federación. (07 de agosto de 2014). *NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014

Diario Oficial de la Federación. *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.*
<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (16 de abril de 2021). *Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2020.*
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/630693/Aviso_FEE_2020.pdf

ANEXO 1.

Cálculo de los índices de área. NOM-025-STPS-2008

Planta Baja:

Área de oficina

$$IC = \frac{(9.98m)(9.52m)}{1.78m(9.98m + 9.52m)} = 2.7$$

Para la medición del área de oficina, se consideraron, con base en el índice de áreas calculado, un total de 16 puntos de medición obteniendo un promedio en el nivel de iluminación de 283 luxes.

Sala de espera

$$IC = \frac{(7.50m)(5.50m)}{1.78m(7.50m + 5.50m)} = 1.8$$

Para la medición de la sala de espera, se consideraron, con base en el índice de áreas calculado, un total de 9 puntos de medición obteniendo un promedio en el nivel de iluminación de 203 luxes.

Primer Piso

$$IC = \frac{(18.9m)(12.08m)}{1.78m(18.9m + 12.08m)} = 4.1$$

Para la medición del área de oficina, se consideraron, con base en el índice de áreas calculado, un total de 25 puntos de medición obteniendo un promedio en el nivel de iluminación de 308 luxes

Segundo Piso

$$IC = \frac{(17.48m)(19.56m)}{1.78m(17.48m + 19.56m)} = 5.1$$

Para la medición del área de oficina, se consideraron, con base en el índice de áreas calculado, un total de 25 puntos de medición, obteniendo un promedio en el nivel de iluminación de 285 luxes

Mediciones



Levantamiento







Fichas Técnicas

tecnolite[®]
LA LUZ ES TUYA

FICHA TÉCNICA

LAMPARA FLUORESCENTE

HEL-23W/65-T2

CARACTERÍSTICAS

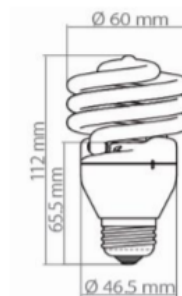
Modelo (s):	HEL-23W/65-T2
Nombre (s):	
Tipo de Bulbo:	NA
Material de la carcasa:	Cristal
Terminado:	Cristal
Base:	E27
Índice de Protección [IP]:	NA

PARAMETROS ELÉCTRICOS

Tensión Nominal [V~]:	100-127 V ~
Consumo de potencia [W]:	23 W
Frecuencia Nominal [Hz]:	60 Hz
Consumo de Corriente [A]:	0.35 A
Factor de Potencia [f.p.]:	0.5
Flujo luminoso [lm]:	1 600 lm
Temperatura de color [K]:	6 500 K
Color de luz:	Luz de día
Ángulo de apertura [°]:	NA
IRC:	80
Temperatura de Operación:	0 - 40 °C

BENEFICIOS

Horas de vida [h]	10 000 h
Atenuable	No
Garantía:	2 AÑOS
Certificación:	NOM-017



Largo	15.5 cm	Ancho	7 cm cm
Profundidad	8 cm	Diámetro	0.71 cm cm
Material	Plástico	Color	Blanco
Acabado	Mate	Peso	0.066 kg
Garantía proveedor	2 años	Modelo	#####
No. de piezas	1	Tipo	A25
Potencia	19 w	Horas de vida	25000
Accesorios	No	Tipo de corriente	100 - 240 v
Montaje	Sí	Tensión nominal	-
Luz	Fría	Lúmenes	1800
Tipo de foco	Led	Incluye foco	Si
Tipo de socket	E27	Alto	16.8 cm cm
Temperatura	-	Smart	No
Consumo	18 w	Lumenes	1800
Voltaje	100-240v	Kelvin	6500
Atenuable	No	Tipo de luz	Fría
Código de forma	A23	Tipo de entrada	E27
Reemplazo (w)	125	Cri (irc)	80
Forma	Estandar	Angulo	150
Paquete	Individual		



FOCO LED HIGHLUM 19W 1800L LF

\$239.00

Detalles del Transformador

POSTE TRIFASICOS CONVENCIONAL NORMA J (VOLTAJE EN BAJA 220/127V)			UOM	CLAVE GENERICA (CONTINENTAL)	CLAVE IG
15 KVA	- 3-OA -	132000 220/127 V. J	PZ		H061N0
30 KVA	- 3-OA -	13200 - 220/127 V J	PZ	TPOST30KV132J AN	H051N0
45 KVA	- 3-OA -	132000 220/127 V. K	PZ	TPOST45KVAJ	H052N0
75 KVA	- 3-OA -	13200 - 220/127 V K	PZ	TPOST75KVAJ	H053N0
112.5 KVA	- 3-OA -	132000 220/127 V. K	PZ	TPOSTE112.5J	H054N0
30 KVA	- 3-OA -	23000 - 220/127 V K	PZ		N218N0
45 KVA	- 3-OA -	23000 - 220/127 V. K	PZ		N219N0
75 KVA	- 3-OA -	23000 - 220/127 V K	PZ		N217N0
112.5 KVA	- 3-OA -	23000 - 220/127 V. K	PZ		N220N0

23000-220Y/127				
kVA	A*	B*	C*	Peso (Kg)
15	N/D	N/D	N/D	N/D
30	735	1140	1035	490
45	815	1240	1175	650
75	815	1240	1095	800
112.5	N/D	N/D	N/D	N/D
150	N/D	N/D	N/D	N/D

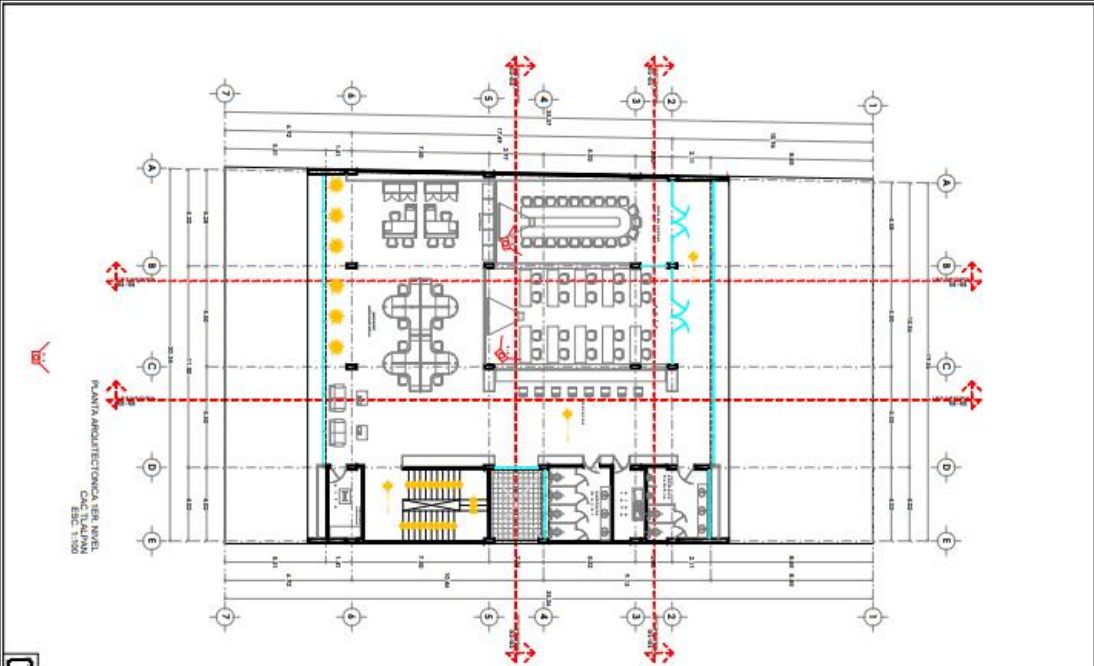
Detalle de Costos

Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	ABR-21
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	717.91
		Variable (Energía)	\$/kWh	1.400
		Distribución	\$/kW	70.19
		Capacidad	\$/kW	299.33

Precios aplicables a la Tarifa GDMTO para abril 2021

NIVEL DE TENSIÓN	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
GDBT	3.339 2	3.464 9	3.544 5	3.427 5	3.6091	3.639 0	3.651 9	3.655 9	3.664 5	3.497 7	3.653 2	3.651 7
GDMTO	2.380 4	2.412 7	2.490 3	2.416 2	2.5224	2.501 9	2.594 2	2.540 5	2.538 7	2.522 5	2.493 8	2.535 3

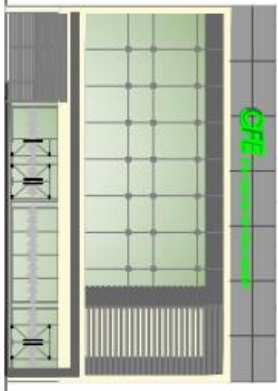
Costos por energía para la zona universidad, para el año 2021



PLANTA ARQUITECTÓNICA DEL NIVEL
PRIMER NIVEL
C.A. S.M. S.A.
ESC. 1700



- Fachada Principal
- Fachada Este
- Fachada Oeste
- Fachada Sur
- Fachada Norte
- Fachada F-1
- Fachada F-2
- Fachada F-3
- Fachada F-4
- Fachada F-5
- Fachada F-6
- Fachada F-7
- Fachada F-8
- Fachada F-9
- Fachada F-10
- Fachada F-11
- Fachada F-12
- Fachada F-13
- Fachada F-14
- Fachada F-15
- Fachada F-16
- Fachada F-17
- Fachada F-18
- Fachada F-19
- Fachada F-20
- Fachada F-21
- Fachada F-22
- Fachada F-23
- Fachada F-24
- Fachada F-25
- Fachada F-26
- Fachada F-27
- Fachada F-28
- Fachada F-29
- Fachada F-30
- Fachada F-31
- Fachada F-32
- Fachada F-33
- Fachada F-34
- Fachada F-35
- Fachada F-36
- Fachada F-37
- Fachada F-38
- Fachada F-39
- Fachada F-40
- Fachada F-41
- Fachada F-42
- Fachada F-43
- Fachada F-44
- Fachada F-45
- Fachada F-46
- Fachada F-47
- Fachada F-48
- Fachada F-49
- Fachada F-50



FACHADA PRINCIPAL
C.A. S.M. S.A.
ESC. 1700



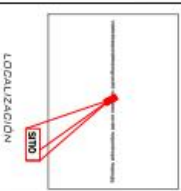
INTERIOR I-1
C.A. S.M. S.A.
ESC. 1700



INTERIOR I-2
C.A. S.M. S.A.
ESC. 1700



FACHADA F-1
C.A. S.M. S.A.
ESC. 1700



LOCALIZACIÓN

CUADRO DE AREAS PRIMER NIVEL	
ÁREA DE JARDINES	42,62 m ²
ÁREA	52,83 m ²
PASEO	32,17 m ²
LINEAS	51,87 m ²
MANEJO DE RESERVA	12,71 m ²
ÁREA DE OFICINA	6,73 m ²
MANEJO DE MUEBLES	13,23 m ²
ESQUELETO	17,81 m ²
ÁREA DE SERVIDOR	7,36 m ²
ESQUELETO ADMINISTRATIVO	122,72 m ²
TOTAL AREAS	372,84 m²

LEGENDA	
[Symbol]	ÁREA DE JARDINES
[Symbol]	ÁREA
[Symbol]	PASEO
[Symbol]	LINEAS
[Symbol]	MANEJO DE RESERVA
[Symbol]	ÁREA DE OFICINA
[Symbol]	MANEJO DE MUEBLES
[Symbol]	ESQUELETO
[Symbol]	ÁREA DE SERVIDOR
[Symbol]	ESQUELETO ADMINISTRATIVO

INTEGRUS
SOLUCIONES INTEGRADAS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
C.A. S.M. S.A.
ESC. 1700

Equipo	Grupo	Número	Potencia (W)	Horas de Uso	Días de uso semanal	Consumo mensual (kWh)
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	58	23	11.00	5	446
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	4	23	24.00	7	67
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	40	23	13.00	7	364
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	8	23	7.00	7	39
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	22	23	7.00	7	108
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	68	23	24.00	5	1,141
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	36	23	11.00	5	277
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	4	23	11.00	5	31
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	28	23	11.00	5	215
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	20	23	11.00	5	154
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	8	23	11.00	5	62
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	18	23	11.00	5	138
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	42	23	11.00	5	323
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	32	23	11.00	5	246
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	4	23	11.00	5	31
Lámpara Fluorescente Compacta	Iluminación	8	23	11.00	5	62
Computadora Escritorio	Operativos	3	80	11.00	5	80
Computadora Escritorio	Operativos	4	80	24.00	7	233
Computadora Escritorio	Operativos	1	80	11.00	5	27
Computadora Escritorio	Operativos	7	80	11.00	5	187
Computadora Escritorio	Operativos	16	80	11.00	5	428
Cámara de vigilancia	Otros	5	6	24.00	7	22
Cámara de vigilancia	Otros	1	6	24.00	7	4
Cámara de vigilancia	Otros	6	6	24.00	7	26
Cámara de vigilancia	Otros	3	6	24.00	7	13
Pantalla	Operativos	1	150	11.00	5	50
Pantalla	Operativos	4	217	24.00	7	633
Pantalla	Operativos	1	217	8.00	5	53
Pantalla	Operativos	1	217	1.00	5	7
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	5	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	5	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	5	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	5	44
Multifuncional	Operativos	1	1,440	1.00	5	44
Cajero	Otros	2	60	24.00	7	88
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	7	36
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	7	36
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	7	36
Dispensador de Agua	Misceláneos	1	600	2.00	7	36
Ventilador de Torre	Otros	2	35	10.00	7	21
Ventilador de Torre	Otros	1	35	6.00	5	6
Refrigerador	Misceláneos	1	240	8.00	7	58
Refrigerador	Misceláneos	1	120	8.00	7	29
Laptop	Operativos	7	60	8.00	5	102
Laptop	Operativos	2	60	8.00	5	29
Laptop	Operativos	9	60	8.00	5	131
Cafetera	Misceláneos	2	1,000	0.50	5	30
Microondas	Misceláneos	1	1,450	1.00	5	44
Microondas	Misceláneos	1	1,450	1.00	5	44
Proyector	Operativos	1	326	1.00	5	10
Bomba	Misceláneos	2	559	0.25	5	8

Datos obtenidos en el Levantamiento.

AaMm	Periodo	Fecha Inicio	Fecha Final	Días	Consumo kWh	Importe Total Facturación	Promedio/Día	Demanda Capacidad	Factor de Potencia
1701	ene-17	161206	170104	29	7,280	21,125.00	251.03	33	0.9971
1702	feb-17	170104	170202	29	8,640	23,455.00	297.93	31	0.9939
1703	mar-17	170202	170306	32	9,120	23,318.00	285.00	24	0.9969
1704	abr-17	170306	170403	28	5,600	17,197.00	200.00	20	0.9996
1705	may-17	170403	170505	32	6,720	20,273.00	210.00	24	0.9975
1706	jun-17	170505	170606	32	6,240	18,268.00	195.00	24	0.996
1707	jul-17	170606	170706	30	5,840	17,791.00	194.67	25	0.9977
1708	ago-17	170706	170807	32	5,680	16,004.00	177.50	20	0.9991
1709	sep-17	170807	170904	28	5,040	14,300.00	180.00	19	0.9995
1710	oct-17	170904	171005	31	5,760	15,693.00	185.81	20	0.9991
1711	nov-17	171005	171107	33	7,040	18,613.00	213.33	22	0.999
1712	dic-17	171107	171205	28	6,880	19,235.00	245.71	24	0.9976
1801	ene-18	171205	180105	31	7,600	25,275.00	245.16	24	0.9955
1802	feb-18	180105	180207	33	8,320	19,088.00	252.12	24	0.9963
1803	mar-18	180207	180307	28	6,960	18,290.00	248.57	22	0.9976
1804	abr-18	180307	180405	29	7,600	21,096.00	262.07	23	0.9965
1805	may-18	180405	180507	32	6,720	18,715.00	210.00	18	0.9989
1806	jun-18	180507	180606	30	8,160	25,250.00	272.00	24	0.9969
1807	jul-18	180606	180706	30	6,800	22,489.00	226.67	20	0.9989
1808	ago-18	180706	180807	32	7,200	25,351.00	225.00	20	0.9985
1809	sep-18	180807	180905	29	5,840	23,724.00	201.38	18	0.9996
1810	oct-18	180905	181005	30	6,480	28,199.00	216.00	19	0.9997
1811	nov-18	181005	181106	32	6,160	26,134.00	192.50	17	0.9997
1812	dic-18	181106	181204	28	5,920	25,738.00	211.43	18	0.9992
1901	ene-19	181204	190104	31	6,880	24,268.00	221.94	19	0.9957
1902	feb-19	190104	190205	32	5,840	20,659.00	182.50	16	0.9999
1903	mar-19	190205	190305	28	5,360	20,183.00	191.43	17	0.9996
1904	abr-19	190305	190404	30	5,600	20,369.00	186.67	16	0.9996
1905	may-19	190404	190506	32	6,240	22,113.00	195.00	17	0.9993
1906	jun-19	190506	190605	30	6,800	25,209.00	226.67	20	0.9975
1907	jul-19	190605	190704	29	5,920	22,396.00	204.14	18	0.9992
1908	ago-19	190704	190805	32	6,560	23,699.00	205.00	18	0.9988
1909	sep-19	190805	190903	29	6,800	25,153.00	234.48	20	0.9983
1910	oct-19	190903	191003	30	6,880	24,953.00	229.33	20	0.9976
1911	nov-19	191003	191104	32	6,720	23,165.00	210.00	18	0.9989
1912	dic-19	191104	191204	30	6,080	21,935.00	202.67	18	0.9999
2001	ene-20	191204	200103	30	6,720	24,330.00	224.00	20	0.9844
2002	feb-20	200103	200204	32	6,480	23,067.00	202.50	18	0.9999
2003	mar-20	200204	200303	28	6,080	22,722.00	217.14	19	0.9999
2004	abr-20	200303	200401	29	6,800	24,763.00	234.48	20	0.9997
2005	may-20	200401	200504	33	7,760	26,733.00	235.15	20	0.9995
2006	jun-20	200504	200603	30	6,880	24,553.00	229.33	20	0.9994
2007	jul-20	200603	200703	30	7,280	25,983.00	242.67	21	0.9985
2008	ago-20	200703	200803	31	6,800	23,291.00	219.35	19	0.9994
2009	sep-20	200803	200902	30	6,160	21,623.00	205.33	18	0.9997
2010	oct-20	200902	201001	29	6,160	21,729.00	212.41	19	0.9999
2011	nov-20	201001	201030	29	6,160	21,735.00	212.41	19	0.9997
2012	dic-20	201030	201201	32	6,160	19,535.00	192.50	17	0.9999
2101	ene-21	201201	201229	28	5,280	19,090.00	188.57	17	0.9999
2102	feb-21	201229	210129	31	5,840	15,730.00	188.39	17	0.9999
2103	mar-21	210129	210302	32	6,560	22,573.00	205.00	18	0.9999
2104	abr-21	210302	210331	29	6,320	22,719.00	217.93	19	0.9993
2105	may-21	210331	210503	33	6,560	22,617.00	198.79	17	0.9997

Datos obtenidos facturación.

Cálculo de Toneladas de CO2 equivalente

Toneladas equivalentes por el caso estudiado	
7.728	MWh anuales
0.494	tCO ₂ e / MWh
4	tCO ₂ e

Toneladas equivalentes por el total de Edificios de CFE-SSB	
9,273.60	MWh anuales
0.494	tCO ₂ e / MWh
4,581	tCO ₂ e