



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO Y ANÁLISIS DE
PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA EN EL SISTEMA DE
ILUMINACIÓN, CASO: CUATRO EDIFICIOS UBICADOS EN LA CIUDAD DE
PUEBLA.”

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:

Vicente Matias Maya

Director de Tesis:

Dra. Manuela Azucena Escobedo Izquierdo



MÉXICO, D.F. Noviembre, 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Índice

| | |
|---|----|
| Objetivo general | 1 |
| Objetivos específicos | 1 |
| Introducción | 2 |
| Capítulo 1 Antecedentes | 4 |
| 1.1 Balance de Energía | 4 |
| 1.1.1 Consumo Nacional de Energía | 4 |
| 1.1.2 Consumo final de la energía | 6 |
| 1.1.3 Consumo final de energía: Sector Residencial, Comercial y Público | 7 |
| 1.2 Energía Eléctrica en México | 9 |
| 1.3 Ahorro de Energía Eléctrica en México | 10 |
| 1.3.1 Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) | 11 |
| 1.3.2 Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) | 12 |
| 1.4 Programas de Ahorro de Energía en el sector comercial | 13 |
| 1.4.1 Programa Nacional de Ahorro Sustentable de Energía (PRONASE) | 15 |
| Capítulo 2 Tecnologías de iluminación en interiores para oficinas | 18 |
| 2.1 Incandescente | 19 |
| 2.2 Lámparas Halógenas | 20 |
| 2.3 Lámparas Fluorescentes | 20 |
| 2.4 Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC's) | 22 |
| 2.5 Lighting Emitting Diode (LED) | 24 |
| 2.6 Balastros | 27 |
| 2.6.1 Balastros electrónicos | 27 |
| 2.6.2 Balastros electromagnéticos | 28 |
| 2.6.3 Balastros híbridos | 29 |
| 2.7 Luminarios | 29 |
| Capítulo 3 Diagnóstico Energético | 32 |
| 3.1 ¿Qué es un Diagnóstico Energético? | 32 |
| 3.2 Tipos de Diagnósticos Energéticos | 35 |
| 3.3 Metodología de los Diagnósticos Energéticos | 39 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1 Datos generales de los inmuebles y/o empresa | 39 |
| 3.3.2 Levantamiento y/o recopilación de información o datos | 39 |
| 3.3.3 Realizar mediciones puntuales | 40 |
| 3.3.4 Instrumentación para llevar a cabo el diagnóstico energético | 41 |
| 3.3.5 Desarrollo de una base de datos | 41 |
| 3.3.6 Análisis de la información | 42 |
| 3.3.7 Identificación y medidas de ahorro de energía | 42 |
| 3.3.8 Evaluación económica de medidas | 43 |
| 3.3.9 Cálculos de los costos de los energéticos | 43 |
| 3.3.10 Informe final o ejecutivo | 43 |
| 3.3.11 Plan de acción de mejoras | 44 |
| 3.4 Áreas de aplicación | 44 |
| Capítulo 4 Análisis de la información (Descripción de la Metodología) | 45 |
| 4.1 Inmueble 1 | 46 |
| 4.1.1 Facturación | 46 |
| 4.1.2 Mediciones | 48 |
| 4.1.3 Censo | 52 |
| 4.2 Inmueble 2 | 53 |
| 4.2.1 Facturación | 53 |
| 4.2.2 Mediciones | 55 |
| 4.2.3 Censo | 59 |
| 4.3 Inmueble 3 | 60 |
| 4.3.1 Facturación | 60 |
| 4.3.2 Mediciones | 62 |
| 4.3.3 Censo | 66 |
| 4.4 Inmueble 4 | 67 |
| 4.4.1 Facturación | 67 |
| 4.4.2 Mediciones | 69 |
| 4.4.3 Censo | 72 |
| Capítulo 5 Propuesta de programa de sustitución del sistema de iluminación con evaluación técnica y económica | 73 |
| 5.1 Descripción de la sustitución de lámparas en todos los edificios | 74 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.1 Situación actual | 74 |
| 5.1.2 Propuesta de situación posterior | 74 |
| 5.2 Tabla resumen de los ahorros económicos y energéticos por edificio | 75 |
| 5.3 Análisis de prefactibilidad económica (Indicadores de rentabilidad) | 76 |
| 5.3.1 Tasa de descuento | 76 |
| 5.3.2 Vida útil (Vida del proyecto) | 76 |
| 5.3.3 Valor presente neto (VNP) | 76 |
| 5.3.4 Tasa interna de retorno (TIR) | 77 |
| 5.3.5 Relación Beneficio-Costo (B/C) | 77 |
| 5.3.6 Tiempo simple de recuperación (TSR) | 77 |
| 5.4 Establecimiento de un programa de actividades | 79 |
| 5.4.1 Primer propuesta del programa de sustitución del sistema de iluminación en conjunto de todos los inmuebles | 79 |
| 5.4.2 Segunda propuesta del programa de sustitución de lámparas de mayor a menor inversión y ahorros | 83 |
| 5.4.3 Tercer propuesta del programa de sustitución por medio de mantenimiento | 85 |
| Conclusiones | 86 |
| Recomendaciones | 88 |
| Bibliografía | 89 |
| Anexos | 93 |
| 1.- Medidas de ahorro de energía (MAE) | 93 |
| 2.- Gráficas de consumo de energía (Medición) | 124 |
| 3.- Tabla de Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de la Administración Pública Federal (APF) | 126 |
| 4.- Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. | 127 |
| 5.- Indicadores de prefactibilidad | 140 |
| 6.- Empresas Recicladoras en México | 145 |

Objetivo general

- Realizar un análisis técnico en la sustitución de lámparas en edificios no residenciales (oficinas) obteniendo ahorros energéticos y económicos, realizar un análisis de prefactibilidad económica para comprobar la viabilidad del proyecto.

Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia en la utilización de la energía
- Identificar áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia
- Determinar las acciones, equipos y sistema para conseguir la mejora
- Evaluar la rentabilidad de las medidas analizadas
- Propuesta priorizada por rentabilidad de medidas a aplicar

Introducción

Una de las problemáticas que se presentan actualmente en el mundo es la limitante en los recursos energéticos para la generación de energía eléctrica, como lo son los combustibles fósiles, (petróleo, gas y carbón), debido a que son recursos no renovables, a esto se debe adicionar el aumento de los precios de los mismos. Por lo cual, los países desarrollados están implementado desde hace varios años, programas que tienen que ver con el término llamado eficiencia energética y el uso racional de la energía^{1 2}.

Por su parte México está implementando e impulsando estrategias y programas para promover el uso eficiente y el aprovechamiento productivo de los recursos, lo que implica adquirir el compromiso de promover el uso eficiente y el ahorro en el consumo de energía, así como, utilizar fuentes renovables de energía debiendo reconocer lo anterior como una política pública necesaria y útil.

Una de las principales características de la eficiencia energética es el uso, la implementación de equipo y técnicas de ingenierías enfocadas a la mejora de la eficiencia de los sistemas actuales, el uso de fuentes de energías renovables y los métodos de ahorro son hoy en día un punto importante de la aplicación e investigación científica.

Los edificios públicos (oficinas) ocupan un gran porcentaje a nivel mundial cerca del 60%³ se estima para 2030 y a nivel nacional cerca del 63.6%⁴ corresponde a energía eléctrica en lo que se refiere a sistemas de iluminación, por eso es la importancia de analizar, cómo se puede disminuir el consumo de energía eléctrica de este sistema dentro de los inmuebles.

En los edificios no residenciales se presentan grandes oportunidades que permiten beneficiarlos en el aspecto económico en corto y a mediano plazo⁵. Así mismo, los inmuebles destinados a uso de oficinas demandan un sistema eficiente y económico que les permita tener beneficios tangibles que representen una inversión remunerada en plazos cortos.

Para la aplicación de eficiencia energética y el uso racional de la energía eléctrica es necesario implementar y poner en marcha la aplicación de las tecnologías más eficientes y a su vez ahorradoras de energía dentro del sistema de iluminación. Junto con las buenas prácticas, dándole un buen uso a este sistema.

¹ Secretaría Nacional de Energía (SENER), pág. 4.

² Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2025, pág. 26.

³ IEA, 2006: Light's Labour's Lost. Policies for Energy-efficient Lighting p.177.

⁴ Tesis: Indicadores energéticos en iluminación para inmuebles destinados al uso de oficinas públicas caso: centro del país, Manuela Azucena Escobedo Izquierdo, 2005, México.

⁵ Decreto por el Programa Nacional para el aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009.2012.

No sólo el sistema de iluminación presenta ahorros energéticos sino también los sistemas de aire acondicionado, los aparatos eléctricos (computadoras, copiadoras, televisores, refrigeradores, despachadores de agua por mencionar algunos de los estos), motores, bombas, elevadores, etc.; pero el sistema de iluminación presenta una característica muy importante y es la tecnología disponible, la cual no requiere de una inversión muy alta en comparación con los otros sistemas.

En este trabajo se realiza un análisis técnico en la tecnología actual del sistema de iluminación, posteriormente se verifica y se proponen tecnologías más eficientes obteniendo ahorros energéticos, para después realizar un análisis económico que es de gran importancia debido a que este análisis nos permite determinar si es viable la realización del proyecto.

Capítulo 1 Antecedentes

1.1 Balance de Energía

El balance nacional de energía, es un elemento fundamental en lo que se refiere a la planeación energética nacional ya que impulsa al desarrollo del país con sustentabilidad, ya que integra estadísticas energéticas nacionales sobre el origen y destino de las fuentes de energía primaria y secundarias, con información básica comparable a nivel nacional e internacional para facilitar el análisis del sector. Por ello, es indispensable contar con la información estratégica, oportuna y altamente confiable, conociendo a detalle y precisión de los distintos flujos de los energéticos en nuestro país que se ven reflejados en una mejor toma de decisiones, además que dentro del balance se cuantifica la producción, la oferta y el consumo de energía a nivel nacional.

Los objetivos principales del balance de energía nacional.⁶

- Proporcionar información básica y comparable a nivel nacional e internacional, para el análisis del desempeño del sector energético y la elaboración de estudios sectoriales y sobre intensidad energética.
- Sustentar las bases que apoyen la pertinencia, veracidad, confiabilidad y sistematización de la información del sector energético.
- Mostrar la dinámica de la oferta y la demanda de energía en el contexto de la economía del país.
- Dar a conocer detalladamente la estructura del sector energético por sus fuentes y usos.
- Facilitar la identificación del potencial de los recursos de sustitución de fuentes energéticas.
- Proporcionar elementos que apoyen el análisis de las políticas implantadas en el sector, en especial sobre eficiencia y diversificación de fuentes de energía.
- Servir de instrumento para la planeación del desarrollo sustentable del sector energético.

1.1.1 Consumo Nacional de Energía

El sector energético es un factor estratégico para el desarrollo económico ya que en nuestro país, la energía es una de las importantes actividades económicas, además de que contribuye al bienestar de la población, a la realización de las actividades productivas, al constante crecimiento económico, así como también a la competitividad del país en el escenario internacional. Por eso la importancia de mencionarla.

⁶ Balance Nacional de Energía 2011, pág. 13

En 2011 el consumo nacional de energía aumentó 4.05% respecto al año 2010, al totalizar 8,399.02 PJ, este flujo es la integración de la energía que se destina a distintas actividades o procesos para su utilización el cual comprende de tres divisiones principalmente: el consumo del sector energético, recirculaciones y consumo final. En la tabla 1 se muestra como están distribuidos estos sectores y cuáles fueron sus consumos y variaciones con respecto al año 2010.⁷

En la tabla 1, se muestra un resumen de los consumos a nivel nacional de la energía.

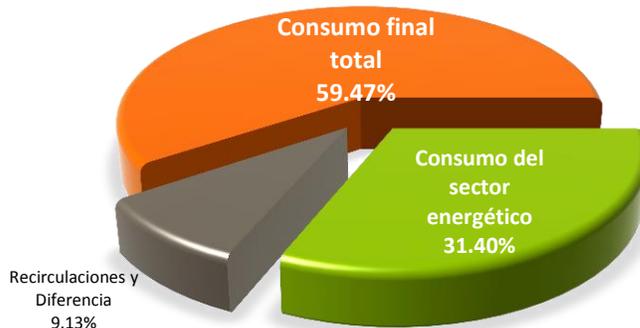
Tabla 1 Consumo Nacional de Energía

| | 2010 | 2011 | Variación porcentual (%) 2011/2010 |
|--------------------------------------|--------------|--------------|------------------------------------|
| Consumo nacional | 8,072 | 8,399 | 4.05 |
| Consumo del sector energético | 2,457 | 2,637 | 7.35 |
| Consumo por transformación | 1,395 | 1,525 | 9.33 |
| Consumo propio | 871 | 924 | 6.02 |
| Pérdidas por distribución | 191 | 189 | -0.99 |
| Recirculaciones | 577 | 570 | -1.27 |
| Diferencia estadística | 164 | 197 | 20.27 |
| Consumo final total | 4,874 | 4,995 | 2.48 |
| Consumo no energético | 264 | 259 | -1.94 |
| Consumo energético | 4,610 | 4,736 | 2.73 |

Fuente: Sistema de información Energética (SIE)

En la gráfica 1, se muestra la distribución que representa cada sector conforme al consumo que se tiene en el año 2011, en el cual se muestra que el sector de consumo final total representa la mayor cantidad del consumo nacional con un 59.5%.

Gráfica 1 Distribución del Consumo Nacional de Energía



Fuente: Sistema de información Energética (SIE)

⁷ Balance Nacional de Energía 2011, pág. 39

1.1.2 Consumo final de la energía

Las actividades que desarrolla el ser humano en casi todas estas se requieren energía y recursos energéticos en mayor o menor medida para producirlos, por esto es que la energía no representa un fin en sí mismo, sino un medio para conseguir algo (un servicio) dentro de los cuales nos puede proveer: comida caliente, ropa limpia, iluminación, transporte de personas, elevación de agua para irrigación, fuerza motriz en fábricas, calor en procesos, etc. A partir de eso, proporcionada naturalmente o por un dispositivo, que utiliza energía para satisfacer las necesidades humanas.

Es por ello que hay que darle importancia a la información sobre el consumo de final de energía por sectores que es sobre todo en donde se puede analizar y aplicar el concepto de eficiencia energética y sobre todo el uso racional de ésta misma.

El consumo final de energía creció 2.5% en 2011 y alcanzó 4,994.82 PJ, resultado de un incremento en el mayor consumo energético (2.7%), el cual se refiere a todos los sectores como son: el sector transporte, industrial, residencia, comercial, público y agropecuario.⁸

El consumo final total de energía para 2011, está definido como la suma del consumo no energético y el consumo energético mostrando un incremento de 2.48% respecto al 2010, sumando 4,995 PJ.⁹

Simultáneamente el consumo agropecuario mostró un incremento del 3.20% del consumo final, siendo el que mayor incremento tuvo, con un 10.14% respecto al 2010.

El sector con mayor incremento en su consumo de energía entre 2010 y 2011 fue el industrial, con un aumento de 65.3 PJ. Destaca también que hay variaciones en dos sectores principalmente el de Consumo no energético total el cual tuvo una tasa negativa de 2% respecto al 2011, y el otro el de Petroquímica de PEMEX con una tasa negativa de 4% con respecto a 2011. En la tabla 2, se muestra un resumen de lo antes mencionado.

⁸ Balance Nacional de Energía 2011, pág.38

⁹ Balance Nacional de Energía 2011, pág. 39

En la tabla 2, se puede observar el resumen del consumo final de la energía a nivel nacional.

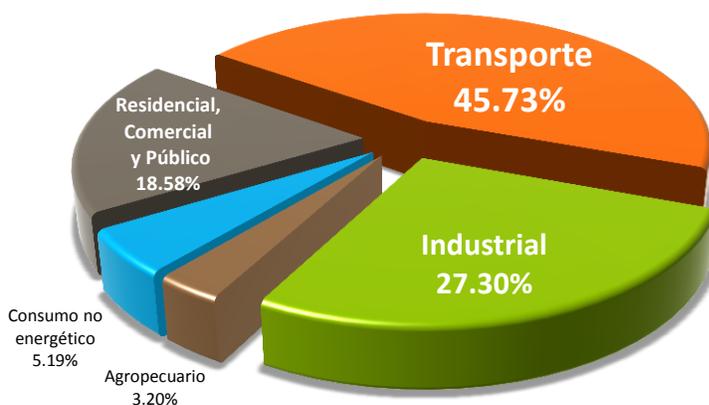
Tabla 2 Consumo final de la energía (petajoules)

| | 2010 | 2011 | Variación Porcentual (%) 2011/2010 |
|-------------------------------------|-------|-------|--|
| Consumo final total | 4,874 | 4,995 | 2.48 |
| Consumo no energético total | 264 | 259 | -1.94 |
| Petroquímica de PEMEX | 169 | 162 | -4.32 |
| Otros sectores | 95 | 98 | 2.28 |
| Consumo energético total | 4,610 | 4,736 | 2.73 |
| Transporte | 2,245 | 2,284 | 1.73 |
| Industrial | 1,298 | 1,363 | 5.03 |
| Residencial, Comercial y Público | 921 | 928 | 0.76 |
| Agropecuario | 145 | 160 | 10.14 |

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE)

En la gráfica 2, está representado el porcentaje que consumo de energéticos de cada sector:

Gráfica 2 Distribución del consumo final de energía por sector



Fuente: Sistema de Información Energética (SIE)

1.1.3 Consumo final de energía: Sector Residencial, Comercial y Público

El consumo de energía final en los sectores residencial, comercial y público que representa el 18.58% como se muestra en la gráfica 2, es uno de los sectores a analizar, ya que dentro de estos sectores encontramos usos finales de la energía (servicios) como por ejemplo: los servicios de salud, de educación, de seguridad, centros comerciales, hospedajes y de servicios públicos, y estos a su vez requieren energía para la cocción de alimentos, iluminación, calefacción, calentamiento de agua, bombeo de agua, entre otros.

El sector residencial, comercial y público consumió 928 PJ en el año 2011, cada subsector por ejemplo el residencial tuvo un consumo final de 765 PJ, el subsector comercial obtuvo un consumo de 128 PJ y por último el subsector público obtuvo 28 PJ de consumo final, y los principales energéticos utilizados en este sector fueron los siguientes el gas licuado con un 37.4% (347.5 PJ) y la electricidad con un 29.2% (271 PJ).¹⁰ En la tabla 3 se muestra la distribución de consumo final de energía en los sectores residencial, comercial y público.

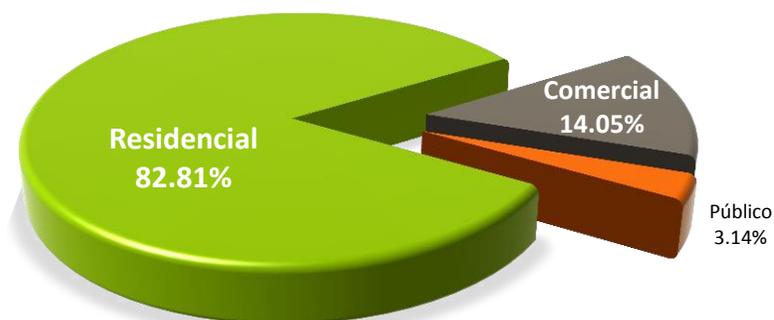
Tabla 3 Consumo final de energía: sector residencial, comercial y público

| | 2010 | 2011 | Variación Porcentual (%) 2011/2010 |
|--------------------|------|------|--|
| Residencial | 765 | 769 | 0.45 |
| Comercial | 128 | 130 | 1.75 |
| Público | 28 | 29 | 4.74 |

Fuente: Sistema de información Energético (SIE).

En la gráfica 3, se muestra los porcentajes de consumo respecto a estos sectores:

Gráfica 3 Distribución del consumo final de energía por sector residencial, comercial y público



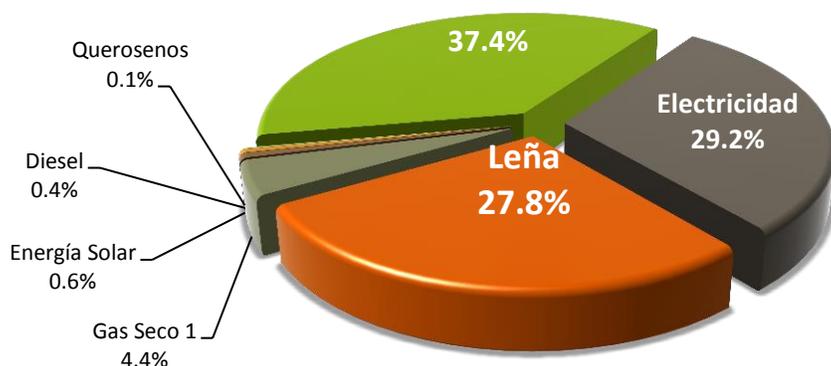
Fuente: Sistema de Información Energética (SIE)

En la gráfica 3, se observa el porcentaje que representa cada sector el cual podemos analizar para obtener un ahorro de energía, principalmente vemos como el residencial es uno de los más factibles, pero con los programas que están llevando a cabo las instituciones encargadas del ahorro de energía en este subsector, queda fuera de análisis; por lo tanto, el segundo subsector en analizar es el comercial al tener un 14.05% de consumo energético final, ya que en este sector podemos encontrar una gran variedad de tipos y usos de la energía final como lo pueden ser: hospitales, edificios de oficinas, escuelas, centros comerciales, hoteles, etc.

¹⁰ Balance Nacional de Energía 2011, pág. 43

Los principales combustibles más utilizados por estos tres sectores son el Gas Licuado con un 37.4%, la electricidad con un 29.2%, la leña con 27.8%, Gas seco 1 con 4.4%, la energía solar con 0.6%, el diesel con 0.4% y por último los querosenos con un 0.1%.¹¹ Y se pueden observar en la gráfica 4.

Gráfica 4 Tipo de Combustible



Fuente: Sistema de Información Energético (SIE)

1.2 Energía Eléctrica en México

El sector eléctrico de México es motor de desarrollo para el país, ya que suministra la electricidad que se requiere en los sectores productivos y sociales para el desarrollo de sus actividades, además de ser considerado estratégico para la soberanía nacional por lo antes mencionado.

De acuerdo con los datos de Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Prospectiva del Sector Eléctrico, la capacidad instalada nacional a finales del año 2011 ascendió a 61,570 MW.

De la cual, cabe destacar que 52,512 MW de la capacidad instalada nacional corresponden al sector público junto con el esquema de Productores Independientes de Energía (PIE), de la cual la energía producida por estos esta únicamente destinada a la venta a CFE.¹²

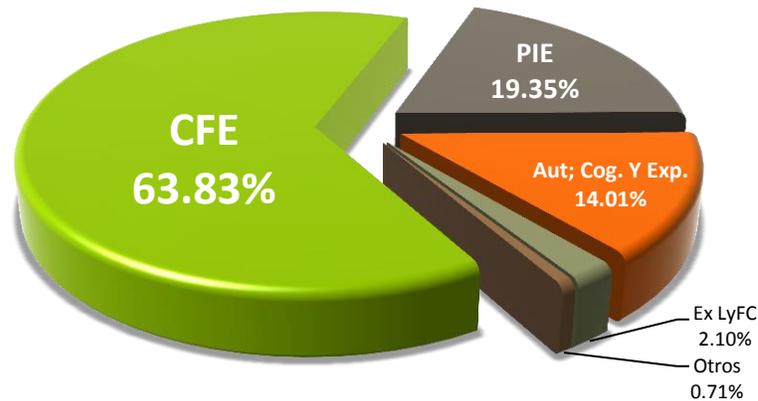
Por otro lado, otro sector que agrupa modalidades de cogeneración, usos propios y cogeneración, pequeña producción, importación y exportación aportó 9,058 MW de la capacidad instalada nacional, que satisfacen sus necesidades propias de personas físicas o morales pertenecientes a una sociedad permissionaria, los cuales ponen disposición de CFE sus excedentes de producción, principalmente la energía generada por este sector es con vapor y con algún otro tipo de energía térmica secundaria o ambas.

¹¹ Sistema de Información Energética (SIE)

¹² Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026, pág. 64

Una de las cosas que también se debe considerar es quienes son los que producen la energía eléctrica, cómo la producen, distribuyen, en la gráfica 5 podemos observar cómo está distribuida la generación de energía eléctrica en el país.

Gráfica 5 Distribución de la generación de la energía



Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026

Como se observa en la gráfica 5, uno de los grandes generadores de energía eléctrica en México es CFE con un 68.3% y de las cuales le siguen los productores independientes de energía que representan un 19.3%, también destacan el sector de autoabastecimiento, cogeneración importación y exportación que presentaron un 14%. Y de las cuales el 3.6% utilizan fuentes fósiles y un 26.4% corresponde a fuentes no fósiles.

1.3 Ahorro de Energía Eléctrica en México

El crecimiento demográfico, la industrialización de los procesos, la urbanización, el transporte de personas y mercancías y en general todas las actividades relacionadas con el desarrollo del país, traen consigo un incremento en la demanda de energía eléctrica.

Por otro lado, el constante incremento de los precios internacionales de los hidrocarburos, la fuente principal para la generación de energía eléctrica, causada entre otras razones por previsiones de un descenso futuro de las reservas mundiales del petróleo y por la crisis generada entre países productores y consumidores de petróleo, gracias a estas previsiones de los hidrocarburos se abre la posibilidad de generar un modelo que se preocupa por el agotamiento de los recursos naturales no renovables, causando la búsqueda de energéticos alternos, además de diseñar programas de ahorro de la energía y uso racional de la energía.

Una de las tendencias actuales a nivel mundial es conocer y poner en marcha la eficiencia energética que es uno de los principales mecanismos para controlar los impactos ambientales negativos de la producción y consumo de energía, que a su vez pone acciones de ahorro de energía que principalmente es contar con equipos eficientes reduciendo el consumo de energía que esto a su vez se ve claramente en un menor consumo de combustibles fósiles. Con esto se promueve la reducción en el cambio climático por el uso de la energía.

Por otro lado, la energía eléctrica es una necesidad en todos los procesos industriales, en comercios, en servicios y en todos los hogares, desde la iluminación de las áreas hasta para el lavado, planchado, enfriamiento y calentamiento, es decir, en un gran número de procesos que puedan incrementar la productividad en las diferentes áreas donde se utiliza, además del confort que proveen.

Debido a la situación del país, se deben impulsar estrategias para promover el uso eficiente y el aprovechamiento productivo de los recursos, lo que implica adquirir el compromiso de utilizar fuentes renovables de energía, así como, promover el uso eficiente y el ahorro en el consumo de las mismas. Por lo tanto, desde hace varios años se han promovido varios programas e instituciones encargadas de hacerlo posible.

Unos de los primeros esfuerzos de ahorro de energía en el país tienen su origen a principios de los ochenta con el Programa Nacional para el Uso Racional de la Energía Eléctrica (PRONUREE), con el que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) buscaba diseminar información en torno al ahorro de energía y alternativas energéticas con las que contaba diferentes usuarios.

Las actividades de dicho programa se redujeron a campañas escolares y domésticas así como seminarios y conferencias y aunque no se cuenta con resultados concretos, se sentó las bases para los esfuerzos posteriores. A principios de 1989, la administración federal entrante expone como prioridades la desregulación de la economía y la modernización del sector energético. En el ámbito institucional el PRONUREE se convierte en el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE).

1.3.1 Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)

La Secretaría de Energía ponen en marcha varias acciones de ahorro de energía, con esto a su vez se crea la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE)¹³, actualmente denominada Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

Siendo un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que cuenta con autonomía técnica y operativa. Teniendo como objetivo promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico, en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

¹³ http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/Que_es_conae

Por el aprovechamiento Sustentable de la Energía, se entiende el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su exploración, producción, transformación, distribución, consumo, incluyendo la eficiencia energética.

Sus principales acciones son las que conllevan a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior con un disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía.

1.3.2 Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)

El 14 de agosto de 1990¹⁴, por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se crea el FIDE como un fideicomiso privado sin fines de lucro, que con la participación de los sectores público, social y privado, que alienta a acciones y programas que fomenten el ahorro de energía eléctrica y que a su vez propicien el desarrollo de una cultura de uso eficiente en este recurso. Su función principal es la de incrementar una cultura integral de ahorros y uso de eficiente de energía eléctrica en la sociedad mexicana, que genere beneficios económicos, sociales y ambientales, en correspondencia con las mejores prácticas internacionales en la materia. Este a su vez impulsa acciones como:

- Ahorro, uso eficiente y aprovechamiento sustentable de la energía eléctrica.
- Fomento de nuevas tecnologías energéticas.
- Difusión de la cultura energía sustentable.

El programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI) tiene como objetivo apoyar al gobierno Federal en su programa de equipamiento para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, a través de financiamientos, coadyudando a la conservación del medio ambiente mediante la disminución de los gases de efecto invernadero.

Por otra parte, en 2003 se crea la Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación (AEAE), la cual se encarga de trabajar con organismo públicos y empresa privadas para incrementar el tamaño del mercado de los productos y servicios por medio de la Eficiencia Energética en la Edificación, los objetivos de esta asociación es la de promover la eficiencia energética en la edificación con un beneficio-costo para los usuarios, fomentando la cultura del ahorro de energía, así como también, la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y con esto asegurando el suministro de energía en el país.

¹⁴ http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180

Por último, se pueden mencionar algunas asociaciones u organismos encargados al ahorro de energía y eficiencia energética.

Asociación Mexicana para la Economía Energética, A.C. (AMEE)

Asociación Mexicana de Energía, A.C. (AME)

Asociación Mexicana de Proveedores de Energías Renovables A.C. (AMPER)

Asociación de Técnicos y profesionales en Aplicación Energética, A.C.

Centro Mexicano para la producción más limpia.

Fundación México – Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC).

Transición Energética.

Unión de Grupos Ambientalistas, I.A.P.

CIEN CONSULTORES, S-C.

1.4 Programas de Ahorro de Energía en el sector comercial

Una de las metas a llevar a cabo en el país es la de tener una participación de la sociedad en su conjunto las cuales tendrán un impacto que se verán reflejadas en los niveles de energía y eficiencia energética del país.

En los últimos años, el consumo de energía y la intensidad energética han aumentado significativamente. Para revertir estos incrementos, el Gobierno Federal ha promovido una cultura energética enfocada al uso eficiente de la energía y al aprovechamiento óptimo de los recursos a través de campañas y programas que incentivan a la población a consumir la energía de forma más eficiente.

Es por ello que a través de una cultura energética que favorezca el uso eficiente de la energía, será posible incrementar la calidad de vida de la población, a la vez que se favorece la seguridad energética, la competitividad, el respeto y la protección al medio ambiente.

Algunas de las acciones requieren acciones sencillas que pueden instrumentarse de inmediato, como la promoción y difusión de las ventajas del ahorro energético y el uso de nuevas tecnologías más eficientes; otras necesitan de tiempo y preparación para que se concreten, como generar una cultura para adoptar nuevos hábitos de consumo.

En 1992, a tres años de su creación, la CONAE establece la “Subcomisión de Ahorro de Energía del Gobierno Federal” con el fin de promover el ahorro de energía en inmuebles para lograr la participación e involucrar instituciones formando un grupo general en inmuebles en la cual participan 20 dependencias.

El surgimiento del Programa de Ahorro de Energía de la Administración Pública Federal (APF) se encuentra inserto en el clima de la nueva política sobre modernización, racionalidad, austeridad y disciplina presupuestal que venía avanzando desde el principio lo cual influyo en el sector energético. El cual está destinado a inmuebles de uso administrativo (oficinas), que cuenten con un área igual o superior a 5,000 metros cuadrados y con un consumo energético anual igual o superior a 60 kWh/m².¹⁵

Programas de ahorro por parte del FIDE

Estos programas los cuales tienen como fin promover e inducir, con acciones y resultados, el uso eficiente de energía eléctrica, a través, de proyectos que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes. Además de estar orientados al sector productivo, otorgan asesoría y asistencia pública con y sin financiamiento, para la modernización de instalaciones.

Euducaree es uno de los programas que se crearon para fomentar la cultura del ahorro de energía eléctrica, en centros educativos, en organismos de participación social, empresas y organismos internacionales y en la formación del individuo en la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, para contribuir con un desarrollo sustentable.

Las actividades de este programa se extienden a varias instituciones como la de formación que intervienen las escuelas, la sociocultural dirigida principalmente a familias y la institucional en la que se atiende a los sectores de gobierno en los niveles federal, estatal y municipal, también en empresas privadas tanto en micro, medianas y grandes empresas.¹⁶

Dentro de este programa de apoyo se crean talleres de formación de profesionales, el cual es un curso orientado a profesionales interesados en promover y desarrollar proyectos de ahorro de energía eléctrica en la industria, el comercio y los servicios, y principalmente en conocer todos los procedimientos para realizar las gestiones de financiamiento del FIDE; también ayudarán a difundir esta cultura y a inducir la participación ciudadana activamente con el FIDE.

Por otra parte, la certificación CNEC que es identificar y evaluar empresas que cuenten con el soporte técnico, financiero y administrativo adecuado, es de gran importancia ya que con esto se certifica a empresas a que cuenten con instalaciones eficientes, así como en sus procesos y en el uso eficiente de la energía.

El Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica PNAEE se crea en año 1991 y su principal objetivo es la de estimular a las empresas e instituciones para optimizar energéticamente sus procesos, métodos de producción o los servicios que ofrecen, mediante la aplicación de mejores hábitos en el uso racional de la energía eléctrica, uso de equipos más avanzados y la aplicación de técnicas orientadas a reducir el consumo y la demanda de energía.

¹⁵ http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/2155/1/images/APF_spanish.pdf

¹⁶ <http://www.fide.org.mx/Programas de Apoyo>

El cual consta de un reconocimiento público anual que se otorga a las empresas e instituciones que se hayan destacado por los esfuerzos desarrollados y los logros obtenidos en el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

1.4.1 Programa Nacional de Ahorro Sustentable de Energía (PRONASE)¹⁷

El programa Nacional para el Ahorro Sustentable de Energía identifica oportunidades para lograr el óptimo aprovechamiento de la energía y generar ahorros sustanciales para el país en el mediano y largo plazo.

El programa define una estrategia integral para abordar y capturar el impacto mediante acciones identificadas en el consumo final de la energía, priorizando las medidas que concentran el grueso del impacto potencial.

Este programa concentra en estrategia de aprovechamiento sustentable en los usos finales de la energía. El desarrollo de estrategias de aprovechamiento sustentable en la transformación y recirculación de energéticos, que representan casi un 40%¹⁸ del consumo de energía del país.

Por otra parte, se realizó un análisis para definir el potencial de ahorro en los principales sectores de consumo energético del país. Este potencial es función tanto del consumo energético, como de la oferta tecnológica existente, cabe mencionar que muchas de estas oportunidades de ahorro en el consumo, tanto en el mediano como en el largo plazo, resultan costo-efectivas ya que los ahorros generados no sólo son viables sino que superan los costos.

De lo anterior se encuentran siete áreas de oportunidad en las que se centra este programa, que representan oportunidades costo-efectivas para aumentar la eficiencia energética en el mediano y largo plazo, con esto se pretende reducir el consumo de energía en los principales sectores del país.

Y son las siguientes: Transporte, Equipos del hogar y de inmuebles, Cogeneración, Edificaciones, Motores industriales, Bombas de agua e Iluminación.

Por otra parte, el sistema de iluminación comprende las necesidades de iluminación a lo largo de los sectores residencia, comercial, servicios e industrial, así como dentro de las dependencias y entidades de la APF y dentro de gobiernos estatales y locales.

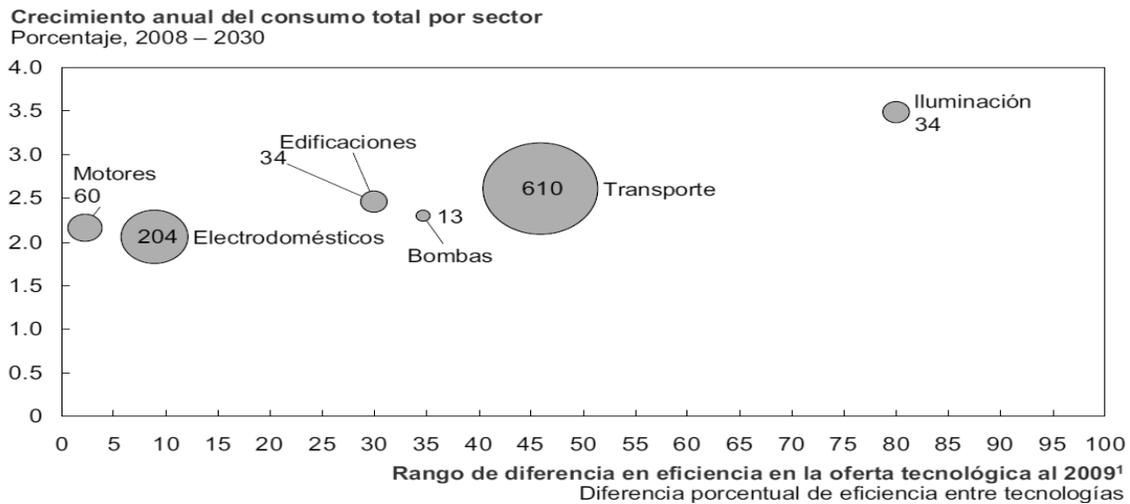
¹⁷ Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Con lo anterior se plantea diferentes objetivos respecto al sistema de iluminación:

- Incrementar la eficiencia del parque de equipos lámparas para la iluminación, con esto se quiere asegurar el cambio tecnológico para incrementar la eficiencia del parque de iluminación.
- Publicar una norma de consumo de energía para la iluminación
- Acelerar la independencia de iluminación eficiente en la Administración Pública
- Promocionar el uso de lámparas de alta eficiencia

Este trabajo se centra en una de las áreas con mejor oportunidades que es la iluminación, debido a que en este sistema se puede mejorar rápidamente, la cual no requiere de gran inversión a largo plazo como en las otras áreas, esto se puede ver en la figura 1.

Figura 1 Oportunidades de Ahorros de Energía: Sistemas

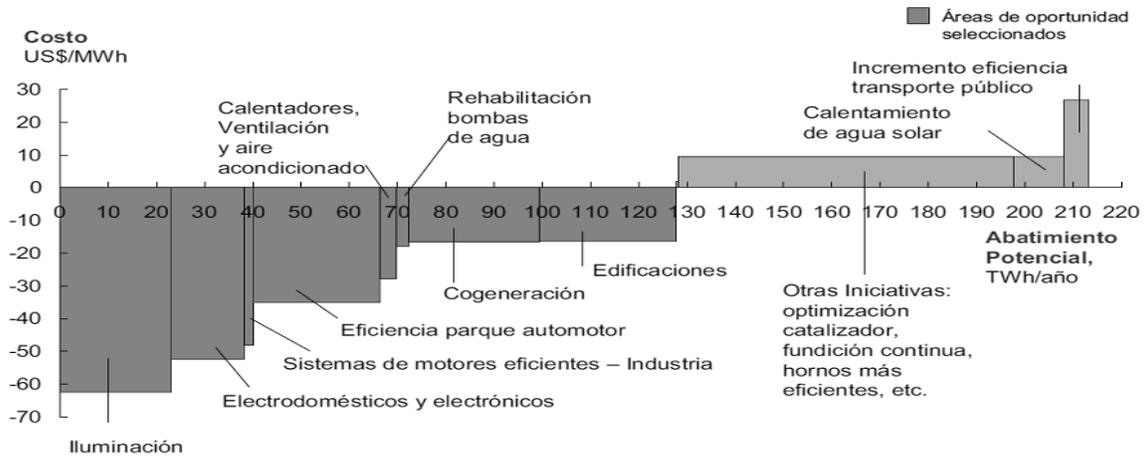


Fuente: Decreto Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012.

En la figura 1, se muestra que la iluminación es una de las áreas de oportunidad con rangos de entre 80-85% con respecto a la eficiencia ofertada por la tecnología, además de tener el más alto porcentaje de crecimiento del consumo por sector con respecto a otras áreas, por eso de ahí que es una de las áreas con mejor oportunidad.

En la figura 2, se puede observar las oportunidades de ahorros de energía en los edificios no residenciales.

Figura 2 Oportunidades de Ahorros de Energía en Edificios No Residenciales



Fuente: McKinsey GHG abatement cost curve V 2.0, análisis CONUEE

En la figura 2, se muestra que la iluminación, es una de las principales oportunidades que se debe tomar en cuenta, debido a que requiere de poca inversión con respecto a los demás sistemas que se encuentran en los edificios no residenciales.

De acuerdo al programa de nacional de ahorro sustentable de energía una de las áreas con mejores oportunidades de ahorro de energía eléctrica en los edificios no residenciales es el sistema de iluminación, debido a que no requiere de una gran inversión a comparación de los otros sistemas, por otra parte cuenta con una mayor oferta tecnológica.

Para poder conocer las características tecnologías en donde se tengan ahorros energéticos y económicos dentro del sistema de iluminación es necesario conocer las tecnologías que se encuentran dentro de los edificios no residenciales, por lo tanto, en el capítulo 2 se mencionan las tecnologías.

Capítulo 2 Tecnologías de iluminación en interiores para oficinas

Una de las cuestiones que se deben tener en cuenta es que “No es posible concebir el mundo actual sin el uso de la iluminación artificial”, ya que todas las actividades que se llevan a cabo requieren iluminación: en nuestra casa, cuando nos transportamos, en los comercios, en la industria, cuando nos divertimos y sobre todo en oficinas.¹⁹

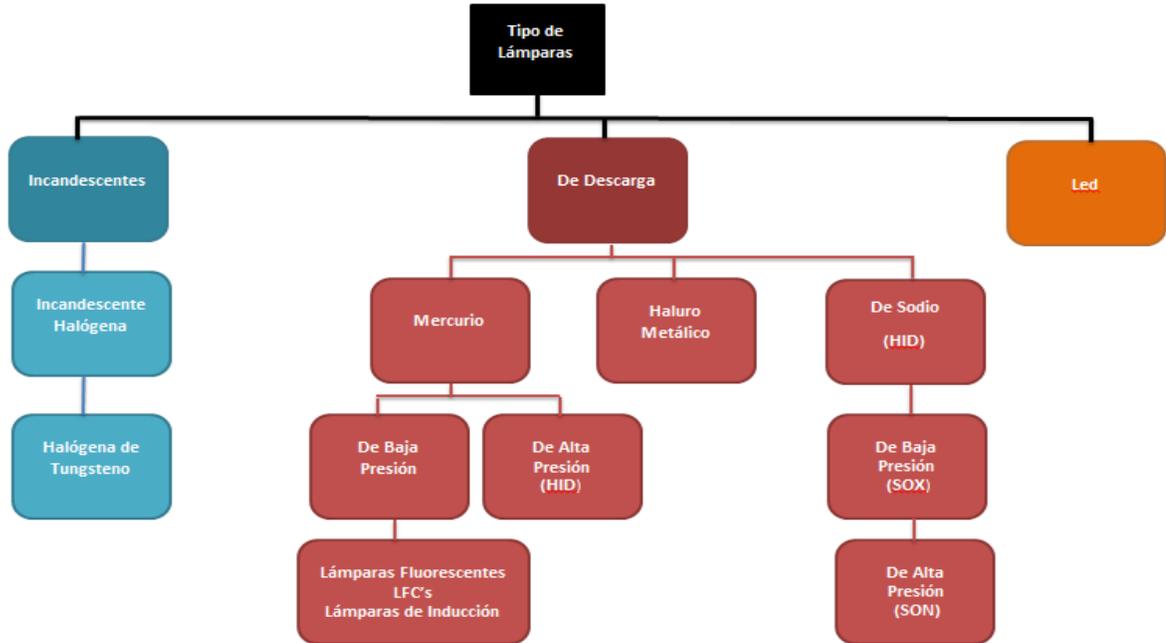
La iluminación juega un papel importante en los espacios de oficinas y debe adaptarse a distintas situaciones, ya que no sólo aporta luz a la oficina, sino que puede cambiar el cómo nos sentimos, además de que influye en los niveles de energía. Por otro lado, la gran mayoría de los edificios de oficinas alrededor del mundo utilizan tecnología de iluminación ineficientes²⁰ que a su vez generan un alto consumo energético y una baja calidad de iluminación lo que provoca un bajo rendimiento de las personas como lo es el cansancio visual en las personas que trabajan ahí.

Por eso la importancia de mencionar las tecnologías de iluminación que existen dentro de las oficinas, en la figura 3, se puede observar la clasificación de estas.

¹⁹ Iluminación eficiente en edificaciones CONUEE.

²⁰ IEA, 2006: Light's Labour's Lost. Policies for Energy-efficient Lighting p.177

Figura 3 Tipo de Lámparas



Fuente: The Basics of Efficient Lighting, pág. 29.

En la figura 3, podemos ver la clasificación de lámparas que podemos encontrar en el mercado, para nuestro caso, mencionaremos las que son más utilizadas en los edificios de oficinas y que a continuación se describen.

2.1 Incandescente

Las lámparas incandescentes son del tipo más común, además de que su tecnología es una de las más antiguas en iluminación eléctrica. Su principal funcionamiento se basa en la “Termoluminiscencia”, lo cual significa que produce luz por medio de calor y esto se debe a que pasa una corriente eléctrica a través de un filamento de tungsteno o de algún otro material conductor, el cual al elevarse la temperatura lo suficientemente este produce luz visible para el ojo humano. Este método de producción de luz es intrínsecamente ineficiente ya que se produce más calor que luz, y le corresponde sólo el 5% de su producción. Conforme la temperatura del filamento aumenta, la cantidad de luz y su color también lo hacen, mientras que la vida de la lámpara disminuye debido a que el filamento se evapora más rápido a altas temperaturas.

Las características principales de las lámparas incandescentes son las siguientes:

Se presenta en un rango de 25 a 300 Watts, con un color de temperatura de 2,700 °K (luz cálida, amarillenta/rojiza), tiene una vida corta de 1,000 horas, tiene una eficiencia luminosa baja (lm/Watt)²¹.

Sus pros son el encendido inmediato, no requiere de equipo extra, además de ser muy barata. Sus contras son muy caras al operar, tiene una vida corta y su máximo potencia es de 300 Watts.

Una de las cosas que vale mencionar es que este tipo de tecnología se está eliminando del mercado, pero es de mucha importancia mencionarla, ya que por ser baratas se siguen utilizando, y se utilizan principalmente para iluminación en general.

2.2 Lámparas Halógenas

Es otro tipo de lámpara incandescente, la cual consta de una cápsula de cuarzo pequeña, la cual contiene un filamento y gas halógeno, el gas halógeno es para evitar que se evapore el wolframio del filamento y se deposite en la cápsula, de igual manera ocurre con las incandescentes estándar.

El tamaño de la cápsula es pequeño permitiendo que el filamento funcione a una temperatura más alta, lo que produce luz con una mayor eficacia (lm/Watt) mayor a las incandescentes comunes. Este tipo de tecnología es utilizada donde se requiere una iluminación concentrada o en su caso resaltar.

Presenta una luz mucho más blanca que las incandescentes comunes, utilizan un transformador que puede consumir del 10% a 30% de la energía de la lámpara, reduciendo la ganancia de eficiencia.

Las lámparas reflectoras halógenas (lámparas dicróicas) han ganado aplicación en el mercado en los últimos años, principalmente a su brillo (alta intensidad), y como se mencionó se ha utilizado para iluminar objetos in situ, tales como obras de arte y mostradores por ser muy eficaces, aunque algunas veces se utilizan para iluminar espacios grandes, esto es muy malo, ya que se requieren de muchas lámparas para poder realizar esto, dejando de ser eficientes.

2.3 Lámparas Fluorescentes²²

Este tipo de tecnología es una fuente de gas de baja presión de descarga, en la que la luz se produce predominantemente por polvos fluorescentes activados por energía ultravioleta generada por un arco de mercurio.

²¹ Energy star, Building manual: lighting, November 2006, 13p.

²² Illuminating Engineering Society of North America, "The IESNA", pág. 252

Por lo regular, este tipo de lámparas son bulbos tubulares largos sellados por ambos lados, el cual contiene un gas inerte y vapor de mercurio para su arranque, las paredes internas del tubo están recubiertas con polvos fluorescentes comúnmente llamados fósforos. Cuando la tensión apropiada se aplica, un arco es producido por la corriente que fluye entre los electrodos a través del vapor de mercurio, produciendo radiación visible.

Como la mayoría de las lámparas de descarga de gas, estas deben operar en serie con un limitador de corriente, este equipo auxiliar se le conoce como balastro el cual se describirá después.

Este tipo de lámpara ofrece una alta eficiencia, larga vida y una buena calidad de iluminación, son una de las mejores opciones para la iluminación en general de espacios comerciales, instituciones e industriales con baja o mediana altura.

A continuación se describen los tipos que podemos encontrar en el mercado de esta tecnología:

T12 (38 mm de diámetro).- Este diseño original es de la década de 1930, pero a pesar de ser una tecnología vieja, todavía se sigue usando hoy en día, son tubos con fósforos halofosfatos, su uso se está restringido a la iluminación industrial y equipamiento donde hay una buena reproducción cromática no es de suma importancia primordial.

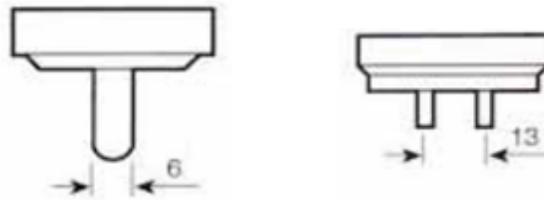
T8 (26 mm de diámetro).- Se introducen en la década de 1970, principalmente para reemplazar a los T12 similares de las mismas potencias, ya que se tienen las mismas longitudes y mismas conexiones en algunos casos. Su eficacia es similar a sus equivalentes T12.

T5 (16 mm de diámetro).- En esta clasificación se puede tener dos tipos de lámparas T5 los llamados "nuevos y antiguos", las antiguas son lámparas de fósforos de halofosfatos las cuales se introdujeron en 1970 tienen eficacias relativamente bajas (lm/Watt) y se ha restringido su uso. Las nuevas se introdujeron en 1996 y estas representan los últimos avances de tecnología trifósforos de tubo fluorescente. Actualmente estas son las más eficientes de este tipo de tecnología, y no son intercambiables como lo es en su caso con las T8 y T12, debido a que este tipo de lámparas cuentan con una configuración distinta de conexión, además de ser más cortas de longitud.

Otra de las características de las lámparas fluorescentes es que requieren de conexiones en ambos lados y por lo general tienen varios pines en ambos extremos, y los podemos diferenciar, ya que si existen dos pines se le asigna el prefijo "G", seguido de la separación de los pines en milímetros, y los pines individuales se le asigna el prefijo "Fa", seguido del diámetro del pin en milímetros.

En la figura 4, se muestra los dos tipos de pines que presentan este tipo de lámparas fluorescentes.

Figura 4 Tipo de Pin en Lámparas Fluorescentes



Base Fa6 usada en
tubos tipo T12

Base G13 usada en
tubos tipo T8 y T12

Fuente: The Basics of Efficient Lighting, pág. 63.

2.4 Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC's)

Esta tecnología de lámparas es el mismo tipo de luz que la de los tubos fluorescentes, de gas de baja presión de descarga, con la única diferencia que este tipo de tecnología reemplaza a las del tipo incandescente estándar. Esta puede estar conformada por uno o varios tubos pequeños doblados.

Además de ser una buena alternativa al tener una mayor eficacia (lm/Watt), también se le puede encontrar con una variación de color (2,700 a 6,500 °K)²³, junto con una mayor vida útil hasta de 12,000 horas. Algunas de estas lámparas compactas llevan el equipo auxiliar incorporado (lámparas integradas) y pueden sustituir directamente a las lámparas incandescentes en su portalámparas.

Formas comunes

En la actualidad puede distinguirse varios tipos básicos de tubos para LFC's. En la figura 5, se pueden observar algunos tipos de estas lámparas.

- Tubo único de pequeño, plegado en forma compacta y plana, o bien, dos o más tubos paralelos de pequeño calibre así como de forma helicoidal interconectados de forma que ofrezca un recorrido continuo para la descarga eléctrica. La lámpara está provista de un balastro convencional o electrónico, y de un casquillo de rosca. (Figura A)
- Tubo único de pequeño calibre, plegado en forma compacta y ubicado en el interior de un envoltura de vidrio o plástico. Integrados a la lámpara se puede encontrar un arrancador y un balastro convencional o electrónico, el conjunto se acopla con un casquillo de rosca. (Figura B)

²³ Energy star, Building manual: lighting, November 2006, 13p.

- Dos tubos o más tubos paralelos de pequeño calibre, interconectados por o cerca de los extremos de modo que ofrezcan un camino continuo para la descarga eléctrica. La lámpara está equipada con una base especial que a veces contiene un arrancador. (Figura C).

La principal función de la forma de los tubos de este tipo de lámparas es tener una mejor distribución luminosa, por otro lado, algunas tienen estas formas con el fin de ser instaladas en lugares donde no se cuente con el espacio suficiente y sirviendo como decoración.

Figura 5 Tipos de Lámparas Compactas Fluorescentes



Fuente: The Basics of Efficient Lighting

Los fabricantes de LFC's acostumbran a crear su propia nomenclatura para tener mayor penetración en el mercado, pero estos nombres a veces dificultan la posibilidad de manejar una especificación genérica. Afortunadamente, la Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico de Estados Unidos (NEMA), ha desarrollado un sistema genérico de designación para las compactas fluorescentes.

En cualquiera de los casos el especificador ya puede relacionarse fácilmente con el producto deseado con el código NEMA. El código consiste de los siguientes elementos.

CF + Forma + Watts + Designación de la base o casquillo

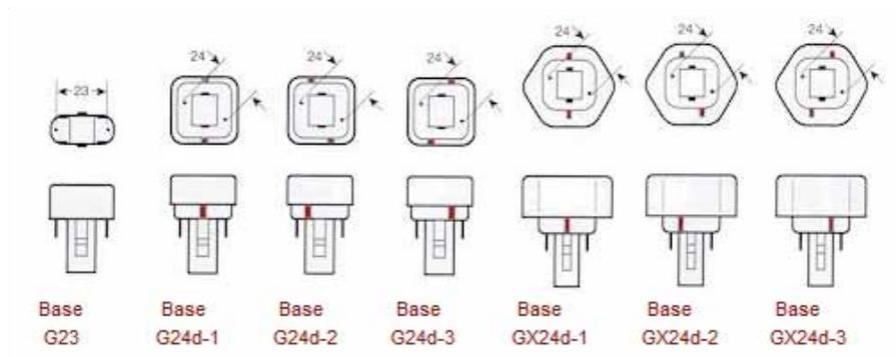
La forma puede ser:

- "T" para tubo gemelo sencillo
- "Q" para tipo Quad o tubo gemelo doble
- "S" para la forma cuadrada
- "M" para cualquier configuración que no esté cubierta por las anteriores

Por otro lado, se puede encontrar dos tipos de LFC's de acuerdo a su base:

Las LFC's con Pin, este tipo de base cuenta con patillas para su operación del equipo de control que está separado de la lámpara, puede contar con 2 o 4 pines de acuerdo a las gamas de potencias que hay, las LFC's de 2 pines funcionan con un balastro magnético convencional, mientras que las de 4 pines utilizan un equipo de control electrónico. En la figura 6 se observan los diferentes tipos de pines que existen en el mercado.

Figura 6 Tipos de Bases en LFC's



Fuente: The Basics of Efficient Lighting, pág. 70.

El otro tipo de LFC's son las de balastro integrado también conocidas como "lámparas de ahorro de energía", su introducción en el mercado fue a mediados de 1980 y han ido variando con respecto al avance de la tecnología, además este tipo de LFC's son las que sustituyen a las lámparas incandescentes estándar, ya que cuenta con la misma base E27. En la figura 7, se pueden observar algunos tipos de estas lámparas.

Figura 7 Tipos de LFC's



Fuente: The Basics of Efficient Lighting, pág. 72.

2.5 Lighting Emitting Diode (LED)

Los diodos emisores de luz están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz, pero de una manera diferente a las tecnologías ya mencionadas. Su funcionamiento se basa en un bajo voltaje de corriente continua (CC), que circula a través de dos capas de material semiconductor y con esto resulta en la generación de fotones de luz de un reducido rango de frecuencias.

El color de la luz depende del material semiconductor utilizado y del tipo de dopante (impurezas) que se le agregue. El semiconductor se aloja en una caja epoxi que además funciona como un sistema óptico (lente), que enfoca la luz producida. Para uso con la red de suministro eléctrico, se necesitan controladores electrónicos y convertidores de voltaje. El nivel de innovación tecnológica y de ingeniería involucrada en los LEDs modernos es mucho mayor que en las fuentes convencionales de luz.

Su introducción en el mercado tiene varias décadas, pero sólo para usos específicos y sólo estaban disponibles los LEDs de color rojo, verde y amarillo, esto limitaba su utilidad.

La invención de los LEDs azules y ultravioletas (UV) y el incremento del brillo del LED permitieron recientemente la generación de luz blanca. Desde 1990 se aceleró el desarrollo y comercialización de semiconductores emisores de luz.²⁴

Actualmente superan en calidad a las fuentes filtradas de luz incandescente por lo que comienzan a tener una mayor demanda comercial, por otro lado, generan una limitada amplitud de onda de luz, produciendo así directamente los colores deseados y consiguiendo eficiencias superiores que las tecnologías alternativas que dependen principalmente de luz blanca filtrada.

Los LEDs que producen luz blanca, aún no se logra esa penetración en el mercado, debido a cuestiones de conversión. La luz no puede ser emitida directamente por un LED, debe ser generada por una conversión de fósforo de luz azul o UV, a partir de la mezcla de luz monocromática o por una combinación de las dos posibilidades.

En la tabla 4, se observa un resumen de las características de los tipos de lámparas que podemos encontrar en los edificios no residenciales (iluminación interior).

²⁴ <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/4/leds.pdf>

Tabla 4 Comparativa de las características de las Lámparas

| | Incandescente | Halógena | Fluorescentes | LFC's | LEDs |
|------------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Vida útil (hrs) | 1,000 | 2,000 – 5,000 | 7,000 – 24,000 | 7,000 – 24,000 | 20,000 – 45,000 |
| Potencia (Watts) | 5 – 300 | 20 – 90 | 13 – 110 | 5 – 80 | 4 – 34 |
| Rendimiento luminoso (lm/Watt) | 10 – 15 | 15 – 25 | 60 – 95 | 50 – 90 | 45 – 150 |
| Eficiencia energética lumínica (%) | 5 | 10 | 45 | 45 | 90 |
| Temperatura de color (°K) | 2,600 | 2,900 | 2,600 – 6,500 | 2,600 – 6,500 | 2,700 – 10,000 |
| Tipo de luz | Cálida – rojiza | Blanca | Blanca | Cálida – Blanca | Cálida – Blanca |
| Precio | Muy bajo | Bajo | Caro | Caro | Muy caro |

Fuente: Elaboración Propia. Resumen de Handbook of lighting design, The basics of efficient lighting, Energy star lighting, Interior lighting desing.

La elección de tipo de lámparas tiene un enorme impacto en la eficiencia energética, debe seleccionarse con respecto al uso del espacio a iluminar, en este caso el análisis se realiza para oficinas, sólo se mencionan las tecnologías más utilizadas para estos espacios. A continuación se mencionan los equipos adicionales a las lámparas.

2.6 Balastros

Una de las cuestiones que es importante mencionar, es que las lámparas de descarga de baja presión (iluminación interior de los edificios no residenciales) requieren de un dispositivo que limite la corriente de operación y a este equipo auxiliar se le conoce como balastro, el cual tiene un impacto directo sobre la producción de luz.

El balastro se define como es “un dispositivo que, por medio de inductancias o resistencias, solas o en combinación, limita la corriente de las lámparas al valor requerido para su operación y también cuando es necesario suministra la tensión y corriente de arranque”.

El balastro tiene como funciones principales:

- 1) Proporcionar la tensión o tensiones de encendido y funcionamiento de la lámpara
- 2) Limitar la corriente de operación de la lámpara
- 3) Proporcionar la energía necesaria con una mínima distorsión de la corriente
- 4) Corregir el factor de potencia
- 5) Amortiguar las variaciones de la tensión de línea

Podemos encontrar tres tipos de balastros instalados, y son principalmente los electrónicos que son los que tienen mejor tecnología, después están los electromagnéticos (magnéticos) e híbridos.

2.6.1 Balastros electrónicos

Son de estado sólido, que pueden ser utilizados en lugar de los convencionales electromagnéticos (magnéticos), tienen una mejor eficacia sobre las lámparas mediante la conversión de la frecuencia de entrada estándar de 60 Hz a una más alta, produciendo la misma cantidad de luz, mientras que se reduce un 12 a 25% de consumo. Las ventajas que tienen, es que producen menos ruido, también, pesan menos, pueden tener regulación de luz y se puede tener sin parpadeo a la lámpara. Algunos están diseñados para operar hasta con cuatro lámparas a la vez con un cableado en paralelo, es una de las características ahora disponible que permite que todas las lámparas en el circuito de balastro puedan continuar operando en el caso de que falle una lámpara.

De los balastros mencionados anteriormente se pueden encontrar dependiendo de su encendido por ejemplo: de encendido precalentado, encendido instantáneo y de encendido rápido.

Los balastros de encendido instantáneo producen luz al instante (<0.1 segundos) o parpadeo, sin la ayuda de un motor de arranque, se pueden mencionar las siguientes características que lo hacen diferente de los dos tipos que hay y podemos encontrar instalados, el cual aplica una tensión alta a la lámpara alrededor de tres veces el voltaje de la lámpara, pero sin calentar el núcleo.

Este tipo de encendido lo podemos encontrar en los tipos de balastro electromagnético (magnético) para lámparas T12 de un solo pin y esta es una de las cuestiones del porqué la vida útil de las lámparas es menor. La ausencia de calor en la batería también proporciona beneficios en la eficiencia (no se utiliza potencia para calentar las bobinas), el cableado es más sencillo. Este tipo es adecuado para aplicaciones con limitaciones de interruptores de encendido y apagado diario.

Los balastos de encendido rápido (0.5 – 1.0 segundo) sin parpadeo proveen calentamiento continuo a los electrodos de la lámpara permaneciendo constante y consumiendo energía, que por lo regular consume dos Watts por lámpara, reduciendo la tensión en el circuito para que opere la lámpara, con esto se logra que las lámparas tengan una vida útil mayor en los ciclos de funcionamiento típicas de 12 horas continuas.

Otro de tipo de balastos es el de precalentamiento que a diferencia de los otros, este si requiere un calentamiento en los electrodos de la lámpara, el cual se calienta antes de la aplicación de la alta tensión a través de la lámpara. El precalentamiento requiere unos pocos segundos, y el retardo necesario por lo general se lleva a cabo por un interruptor automático que coloca los electrodos de la lámpara en serie a través de la salida del balastro.

La corriente fluye a través de los dos electrodos, filamentos calentarlos. Posteriormente, el interruptor se abre, aplicando el voltaje a través de la lámpara.

Debido a la apertura del conmutador bajo carga, una tensión transitoria (una espiga inductiva) se desarrolla en el circuito, que ayuda en la ignición de la lámpara. Si la lámpara no se enciende, el interruptor se cierra y se vuelve a calentar los filamentos. En algunos sistemas, el precalentamiento se realiza mediante un interruptor manual.²⁵

2.6.2 Balastos electromagnéticos

Este tipo de balastos estándar son esencialmente transformadores magnéticos de bobinas devanados de cobre alrededor de un núcleo de acero que convierten la línea de entrada y la corriente a la tensión requerida para iniciar y operar la lámpara fluorescentes y son relativamente ineficientes con el funcionamiento de las lámparas fluorescentes. En esta tecnología de balastos se actualizó el cableado, provocando un mejoramiento del 10% de su uso, se le añadió condensadores para facilitar el encendido de la lámpara y corregir el factor, y a esto en su momento se le denominó como “alta eficiencia”.

²⁵ Illuminating Engineering Society of North America, “The IESNA”, pág. 267

2.6.3 Balastros híbridos

En general, se puede decir que los balastros híbridos, son aquellos que combinan un conjunto de núcleo-bobinas de alta eficiencia en un conjunto de componentes electrónicos, que cortan el suministro de energía a los cátodos de la lámpara después de que esta se enciende, dando un período de dos volts de ahorro por lámpara estándar.

De los cuales podemos mencionar dos tipos, uno con encendido que no provee calentamiento, este requiere de un cuidadoso diseño para maximizar la vida útil de las lámparas, el otro tipo provee calentamiento pero conforme se va estabilizando se va enfriando hasta anular el calentamiento y con esto se logra tener una mejor vida útil de las lámparas, así como también de la emisión luminosa.

2.7 Luminarios

Un luminario es un dispositivo que está compuesto por un gabinete o armadura de metal y sirve para controlar y distribuir la luz, es una unidad completa de iluminación que consta de los siguientes componentes: una o más lámparas, dispositivos ópticos diseñados para distribuir la luz, tomas de corriente para posicionar y proteger las lámparas, para conectar las lámparas a una fuente de energía eléctrica, y los componentes mecánicos necesarios para apoyar o colocar la luminaria.²⁶

Muchos luminarios modernos contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada, y es por ello, que en la remodelación de instalaciones, se tomen en cuenta luminarios que eleven el rendimiento de la iluminación ya que esto conlleva a un sustancial ahorro energético, así como una mejora de las condiciones visuales.

Por eso la importancia de mencionar la clasificación de estos.

1. Por su uso

- a) Luminarios comerciales.- Normalmente este tipo de luminarios son instalados en interiores como aulas escolares, oficinas, centros comerciales, salas de exposición, etc. Este tipo de luminarios debe presentar una buena distribución de luz, baja brillantez, alta eficiencia, apariencia distinguida y moderna, así como la accesibilidad de montaje y limpieza.
- b) Luminarios industriales.- Este tipo está instalado en naves industriales, ya que su montaje es mayor a 3 metros de altura, puede alojar lámparas de alta emisión luminosa y reflectores especiales, algunos tipos especiales se diseñan para lugares donde se tiene una atmósfera explosiva, vapores o líquidos volátiles.

²⁶ Ibídem, pág. 300

Su manufactura es hermética para ofrecer seguridad en las instalaciones de trabajo, a su vez debe contar con una buena distribución adecuada a la altura de su montaje, buena distribución de luz, alta eficiencia, resistencia mecánica y facilidad de mantenimiento.

- c) Luminarios decorativos.- Estos ayudan a crear un ambiente agradable al integrarse al conjunto arquitectónico, debe armonizar con el conjunto de muebles y demás elementos, ya que su función principal es la de resaltar la belleza de los objetos, debe contar con una apariencia agradable, facilidad de mantenimiento y limpieza.

2. Por su flujo luminoso

Desde el punto de vista fotométrico la luminaria será la adecuada para el tipo de actividad a desarrollar. De acuerdo a la clasificación de porcentaje de flujo en el hemisferio superior e inferior de la horizontal tenemos las siguientes clases de luminarios, en la tabla 5, se presenta un resumen de la distribución de flujo luminoso.

Tabla 5 Distribución de Flujo luminoso

| Tipo de distribución | Porcentaje de luz Hacia arriba | Porcentaje de luz Hacia arriba |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Directa | 0 a 10 | 90 a 100 |
| Semi-directa | 10 a 40 | 60 a 90 |
| General-difuso | 40 a 60 | 40 a 60 |
| Directo-indirecto | 40 a 60 | 40 a 60 |
| Semi-directa | 60 a 90 | 10 a 40 |
| Indirecta | 90 a 100 | 0 a 10 |

Fuente: Elaboración propia. Resumen de lighting fundamental, Lighting handbook the IESNA

Las características de los luminarios son las siguientes:

a) Características ópticas y luminosas

Que principalmente son el conjunto de propiedades de los luminarios que determinan la distribución y modificación del flujo emitido por la lámpara o lámparas, que está constituido por reflectores, deflectores, refractores y difusores o la combinación de estos mismos. Con esto se pretende que haya una configuración de la distribución luminosa y un buen rendimiento por parte del luminario.

b) Características eléctricas y mecánicas

En este caso el luminario debe cumplir con ciertos requerimiento ya que debe albergar una o varias lámparas determinadas, la cual debe tener en cuenta el tamaño, la temperatura de operación, el portalámparas y elementos de sujeción, alineación y protección de la lámpara, así como la construcción adecuada a las condiciones que vaya a operar.

En este capítulo 2, se mencionaron las tecnologías que podemos encontrar en el interior de las oficinas de los edificios, por otro lado, en el capítulo 3, se mencionan los elementos que se requieren para llevar a cabo un diagnóstico energético el cual consiste en aprovechar mejor la energía.

Capítulo 3 Diagnóstico Energético

La energía eléctrica es una necesidad en todos los procesos industriales, en comercios, en servicios y en los hogares, que va desde la iluminación de áreas hasta para el lavado, planchado, enfriamiento y calentamiento, es decir, se utiliza en una gran número de procesos. Además de que la electricidad ocupa el segundo lugar del tipo de energía consumida a nivel mundial, la cual representa un 18.3%²⁷ de la energía utilizada por energético, y a esto la elevación paulatina del costo, lo cual representa un gran problema para los sectores de la industria, comercial, de servicios y a la doméstica.

Esto provoca que los sectores antes mencionados pretendan realizar una reducción de consumo de energía, pero sin sacrificar el servicio que prestan. Esto se puede llevar a cabo gracias a que se puede conocer el consumo de energía, en cada uno de los procesos que conforman el sistema y con esto determinar las acciones permitentes que se tienen que realizar. Y esto, se puede lograr implementando u operando un programa de ahorro de energía, cuya estrategia central es el ahorro de energía y uso eficiente de la misma. Logrando una mejora en la competitividad, en los procesos de producción, en la disminución de los costos, liberando recursos económicos para destinarlos a otras actividades.

Para esto se debe conocer cómo y dónde se está utilizando la energía, lo cual requiere de una inspección, análisis detallado de los consumos y pérdidas de energía, a esto se le conoce como diagnóstico energético de cual se habla a continuación.

3.1 ¿Qué es un Diagnóstico Energético?

El diagnóstico energético²⁸ es una herramienta fundamental que nos sirven para conocer, cómo se está utilizando la energía, cuándo es que se consume, cuánto se está pagando por ella, dentro de un inmueble o empresa, para lo cual se requiere de una inspección, de un análisis energético detallado de los consumos y de pérdidas de energía. Con el diagnóstico energético se logra establecer medidas, programas y acciones de ahorro de energía, el cual consiste en efectuar cambios en las condiciones de operación que resulten en una disminución de los consumos energéticos, para que con esto se tenga un control y una buena calidad en el uso de los recursos energéticos.

Para poder llevar a cabo un diagnóstico energético es necesario seguir una serie de etapas en las cuales se fijaran los objetivos y metas a seguir en función de los potenciales de ahorro descubiertos, los cuales se muestran en la tabla 6.

²⁷ Balance Nacional de Energía 2011

²⁸ Diagnósticos Energéticos, CONAE.

Tabla 6 Etapas de los Diagnósticos Energéticos

| Etapas de los Diagnósticos Energéticos | |
|--|--|
| Planeación | Esta etapa principalmente consiste en elegir la alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos y, por último, se determina el monto de recursos financieros para la aplicación del programa. |
| Organización | En esta etapa se define la estructura que permita instrumentar el programa establecido. Aquí es necesario especificar las funciones, jerarquías y obligaciones de todos los grupos e individuos que participen en el programa de ahorro de energía. |
| Integración | Consiste en elegir a la persona o grupo de personas que van a ser los responsables de la ejecución del programa; así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para realizar el diagnóstico y monitorear los avances del programa. |
| Dirección | Consiste en delegar la autoridad necesaria al responsable del programa y especificar su tramo de control y coordinación. Así mismo, se deben definir los mecanismos de supervisión y los medios de comunicación como componentes esenciales del programa. |
| Control | En esta etapa se establecerán normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como, el método que permita dar seguimiento permanente al programa. Todo ello, mediante monitoreo a través de un sistema integral de información energética y lista de verificación de la aplicación. |

Los objetivos primordiales del diagnóstico energético son²⁹:

- Establecer metas de ahorro de energía
- Diseñar y aplicar un sistema para el ahorro de energía
- Evalúa técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía
- Disminuir el consumo de energía, sin afectar los niveles de producción

Los beneficios de los diagnósticos energéticos son:

- Conocer el comportamiento y uso de la energía
- Evaluar cuantitativa y cualitativamente la energía que se consume
- Detectar áreas de oportunidad de ahorro y uso eficiente de energía
- Cuantificar los potenciales de ahorro de energía
- Analizar de manera detallada las instalaciones, a fin de estructuras propuestas técnicas viables, para ahorrar energía en los diversos sistemas eléctricos y térmicos

²⁹ Elementos básicos de un diagnóstico orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía, FIDE.

- Determinar la eficiencia de la dependencia o entidad en términos de índices energéticos
- Establecer la inversión requerida para la aplicación de las medidas de ahorro
- Determinación de beneficios energéticos, ambientales y económicos

Actividades:

Son con las cuales se determina la eficiencia con la que es utilizada la energía, de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Medir los distintos flujos energéticos
- Analizar diagrama unifilar
- Registrar las condiciones de operación de equipos, instalaciones y procesos.
- Efectuar balances de energía y materia
- Definir equipos a medir
- Medidas de seguridad
- Calcular los índices energéticos o de productividad reales y actuales de diseño
- Determinar potenciales de ahorro
- Resultados a obtener

Las medidas para el ahorro y uso eficiente de la energía³⁰ se clasifican de la siguiente manera:

Medidas operativas.- Son aquellas que no requieren de inversión o está no es significativa, se basan en el desarrollo y la aplicación de medidas operativas y/o administrativas que logren un ahorro de energía.

Medidas educativas.- Se refiere a las actividades que promueven la dependencia o entidad para la capacitación y promoción de mejores prácticas, con el objeto de ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía, por parte del personal de la dependencia o entidad.

Medidas tecnológicas o de inversión.- En este rubro se considera aquellas acciones que requieren de inversiones en equipos o materiales de algún monto importante, para alcanzar ahorros importantes de energía. En la tabla 7, se mencionan los aspectos a diagnosticar de los tres tipos de medidas para el ahorro de energía.

³⁰ Guía para elaborar un diagnóstico energético en inmuebles, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

Tabla 7 Aspectos a diagnosticar de las medidas de ahorro de energía

| Aspectos a diagnosticar de las medidas para el ahorro de energía | |
|---|---|
| Operativos | Inventario de equipos consumidores de energía, de equipos generadores de energía, detección y evaluación de fugas y desperdicios, análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento, inventario de instrumentación y posibilidades de sustitución de equipos. |
| Económicos | Precios actuales y posibles cambios de los precios de los energéticos, costos energéticos y su impacto en los costos totales, estimación económica de desperdicios, consumos específicos de energía, elasticidad producto del consumo de energía, evaluación económica de las medidas de ahorro, relación beneficio-costos de las medidas para eliminar desperdicios y precio de la energía eléctrica comprada (\$/kWh). |
| Energéticos | Formas y fuentes de energía utilizadas, posibilidades de sustitución de energéticos, volúmenes consumidos, estructura del consumo, balance en materia y energía, diagramas unifilares y posibilidades de autogeneración y cogeneración. Políticos: tarifas eléctricas, política de precios de los energéticos, política de comercialización de energéticos, programa nacional de energéticos y legislación en materia de autogeneración y cogeneración. |
| Análisis de experiencias | Ámbitos nacional e internacional. |

3.2 Tipos de Diagnósticos Energéticos³¹

Dependiendo del análisis que se desee realizar en los inmuebles o empresas, se pueden clasificar los diagnósticos energéticos y podemos encontrar tres tipos: De primer nivel, de segundo nivel y de tercer nivel, a continuación se definen.

De primer nivel

Mediante los diagnósticos de primer nivel se detectan medidas de ahorro, operativas y educativas, en las cuales las inversiones son marginales. En este nivel se pone énfasis en la identificación de fuentes evidentes de posible mejoramiento en el uso de la energía y del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se lleva a cabo en la instalación, así como, el análisis de información estadística de consumos, pagos por concepto de energía eléctrica y térmica, además de una inspección visual.

³¹ Diagnósticos Energéticos, CONAE.

Al finalizar este tipo de diagnósticos se deben considerar los detalles detectados y que se consideran como desperdicios de energía, tales como la falta de mantenimiento o purgas; así mismo se deben detectar, cuantificar los costos y los posibles ahorros de producto de la administración de la demanda de energía eléctrica, así como, la corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que este tipo de estudios no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

En la mayoría de los casos, el diagnóstico energético de primer nivel es uno de los primeros pasos en un programa de ahorro de energía en una empresa o inmueble, es un diagnóstico preliminar y resulta en la identificación inicial del potencial de ahorro energético, se basa en la fácil obtención de datos, sin requerir en la mayoría de los casos, instrumentos de medición complejos.

Incluye una inspección de la planta, recopilación de datos relacionados con la energía, producción, mantenimiento y control técnico, mediciones con equipo de medición portátil, el análisis de los datos, las mediciones, la preparación de una memoria con las conclusiones de las observaciones y los análisis.³²

Los objetivos de los diagnósticos energéticos de primer nivel son: identificar todas las posibles medidas de ahorro de energía en una planta o inmueble en un tiempo limitado, recopilar y ordenar todos los datos de consumo de energía, producción y evaluar la necesidad de hacer un diagnóstico más profundo o detallado.

Los objetivos específicos del diagnóstico energético de primer nivel:

- Recopilación y desarrollo de la base de datos de consumos y costos de energía y de la producción, y definición de los índices energéticos globales de la planta, empresa o inmueble.
- Evaluación objetiva de la condición de la planta (basada en la observación del estado de equipos y la operación de la planta), incluyendo la identificación de los sistemas de mayor consumo de energía, a través del balance energético global de la planta.
- Identificación y cuantificación preliminar de medidas de ahorro de energía, especialmente las de baja y nula inversión, mantenimiento y políticas de operación.
- Evaluación del nivel de instrumentación, su estado y su utilidad en la determinación de consumos e índices energéticos.
- Conocimientos de criterios para la toma de decisiones en la empresa, para inversiones en general y para proyectos específicos relacionados con energía.
- Identificación de las estrategias para establecer un programa de ahorro de energía o llevar a cabo un diagnóstico de segundo nivel.

³² Diagnósticos Energéticos, CONAE.

De las principales actividades de los diagnósticos energéticos de primer nivel serían:

Recopilación de la información

- Análisis de la veracidad y actualización de la información
- Procesamiento de datos de la producción y servicios, y su relación con el uso racional de la energía.
- Determinación de consumos unitarios actuales

Una vez recopilada y procesada la información disponible se continúa con las actividades de mediciones en el campo que son:

- Mediciones de eficiencia de generación de energía térmica
- Perdidas en sistemas de distribución como diferencia entre la energía generada y consumida
- Medición en las subestaciones de energía eléctrica y de motores eléctricos mayores
- Análisis de sistemas de aire comprimido, su distribución y consumo.
- Captación, distribución y uso de agua
- Tratamiento de efluentes
- Análisis y mediciones de otros sistemas energéticos tales como: refrigeración, aire acondicionado, climatización, etc.

Integración del informe del Diagnostico energético de primer nivel.

- Elaboración del balance general de materia y energía por áreas
- Lista de equipo de generación y uso de energía
- Lista de motores con sus características
- Diagrama unifilar
- Balance general de materia y energía según los resultados de las mediciones
- Evaluación de ahorros y determinación de condiciones para obtenerlas
- Juntas de revisión con el personal de administración y supervisión de la empresa

De segundo nivel

Comprende la evaluación de la eficiencia en áreas y equipos intensivos en su uso, como son los motores eléctricos y los equipos que estos accionan, así como aquellos para compresión y bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares entre otros. La aplicación de este tipo de diagnósticos requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información de los equipos obtenida directamente en campo y comparándola con la de diseño, con el objeto de obtener las variaciones de eficiencia.

El primer paso, es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación actuales con las de diseño, para así, jerarquizar el orden de cada equipo y proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudio.

Los balances de energía y materia, los planos unifilares, actualizados, así como la disposición de los índices energéticos reales y de diseño completan el diagnóstico, ya que permiten establecer claramente la distribución de la energía en las instalaciones, las pérdidas, desperdicios globales y con esto determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía.

Finalmente, se debe evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que se deben pagar con los ahorros que se tengan y ni por un momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa o inmueble.

La tabla 8, presenta un resumen de las diferentes características de los diagnósticos energéticos de primer nivel y de segundo nivel.

Tabla 8 Características de los diagnósticos

| Categoría | Diagnóstico de Primer Nivel | Diagnóstico de Segundo Nivel |
|--------------------------|---|---|
| Alcance del diagnóstico | Mediciones puntuales, análisis histórico de consumos e inspección visual. | Análisis de consumos basados en el balance de materia y energía |
| Objetivos | Obtención de medidas para la implementación de un programa de ahorro de energía detectando las áreas de oportunidad | Implementar el programa de ahorro de energía que se obtuvo con el diagnóstico de primer nivel. |
| Medición de equipos | Mediciones instantáneas | Registros a través del tiempo |
| Compromiso de la planta | Apoyo general | Apoyo y compromiso general |
| Análisis costo-beneficio | Período simple de recuperación | Período simple, tasa interna de retorno |
| Resultados | Se proponen medidas operativas y buenas prácticas en el uso de la energía. | Se pone en marcha las medidas del diagnóstico de primer nivel y se inicia con las medidas de inversión. |

Fuente: Elaboración Propia. Resumen de Diagnósticos Energéticos (CONAE), Guía para elaborar un diagnóstico energético en inmuebles (FIDE).

De tercer nivel

Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación o inmueble, mediante el uso de equipo especializado de medición y control. Debe realizarse con la participación de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería. En estos diagnósticos, es común el uso de técnicas de simulación de procesos.

Además de que facilitan la evaluación de operaciones y modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere de información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias y las propiedades de las diferentes sustancias corrientes.

Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos, procesos e incluso de las tecnologías utilizadas. Además, debido a que las inversiones de estos diagnósticos son más altas, la evaluación económica debe ser rigurosa en cuanto al período de recuperación de inversión.

Para la aplicación de los diagnósticos energéticos no se cuenta con cierta claridad cuando se tiene un nivel o cuando se tiene otro, esto depende principalmente del análisis que requiera la empresa o inmueble, debido a que la metodología es perfectible y la cual se describe en el siguiente punto.

3.3 Metodología de los Diagnósticos Energéticos

Una de las cuestiones que se deben tomar en cuenta es la metodología de los tipos de diagnósticos energéticos, debido a que todos los niveles cuentan con las mismas bases, su única diferencia está en el análisis detallado con que se realizará. En esta parte, se presenta la metodología para un diagnóstico integral, sin embargo, con esta metodología se puede realizar cualquier sistema, ya sea térmico o eléctrico.

3.3.1 Datos generales de los inmuebles y/o empresa

Razón social.- Nombra de la empresa, tal y como aparece en los documentos oficiales: (acta constitutiva, declaraciones de impuestos, etc.)

Nombre comercial.- Nombre con el cuál se conoce a la empresa en el sector

Domicilio.- domicilio fiscal y el domicilio de las instalaciones donde se realizara el proyecto

Introducción.- De manera breve se describen las instalaciones, señalando los servicios del inmueble; se describe el espacio de cómo se conforman las áreas de trabajo y esparcimiento, etc.

Dentro del trabajo del sistema de iluminación, sólo se menciona la ubicación de los inmuebles debido a que la información es confidencial, contando que los inmuebles son destinados para uso exclusivo para oficinas.

3.3.2 Levantamiento y/o recopilación de información o datos

En el proceso del diagnóstico energético, el levantamiento de datos es la etapa de mayor importancia para el buen desarrollo del estudio, debido a que las subsecuentes etapas están fundamentadas en ella.

En el desarrollo del levantamiento de datos se establece como tarea fundamental el llenado de los formatos propuestos, además de contar con el material en este caso instrumentos de medición adecuado para realizar el levantamiento.

- Datos de facturación de energía eléctrica
- Zonificación de áreas
- Equipos de alumbrado
- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica
- Datos de placa
- Áreas donde se encuentra
- Tipo, marca , modelo y capacidad
- Detección y evaluación de fugas y desperdicios
- Frecuencia del mantenimiento
- Posibilidades de sustitución de equipos

Para determinar que los datos proporcionados por el usuario son confiables, se realiza un cruce de información capturada en los formatos; llamados filtros; comparando datos de un formato con los datos de otro; estos deben coincidir o en su caso ser semejantes. Con el fin de que el encargado de realizar el levantamiento de datos tome sus debidas precauciones para revisar la información.

Descripción del proceso

- Incluir un esquema de energéticos que muestre las corrientes de energía y los principales equipos. Consumo, generación, porteo de energía. En el límite de baterías.
- Describir brevemente el proceso o servicio de la instalación, incluyendo todos los energéticos que se utilizan en el proceso: gas natural, gas residual, gas LP, combustóleo, diesel, carbón, CO, etc.
- Incluir los casos de operación que pueden influir en la Eficiencia Energética de la planta (paros no programados, baja producción, falta de mantenimiento mayor, catalizador gastado, etc.).

Con respecto al levantamiento y/o recopilación de información que se realizó en el sistema de iluminación en los cuatro inmuebles se obtuvieron los datos de facturación, la zonificación de las áreas, el inventario de luminarias, su clasificación (tipo, marca, modelo y capacidad), la cantidad de horas de uso.

3.3.3 Realizar mediciones puntuales

- Se deberán realizar mediciones que permitan conocer los consumos de energía térmica y eléctrica de las instalaciones.
- Para el análisis de las mediciones, deberán contar con equipo adecuado para la medición de los siguientes parámetros:
 - Se debe de contar con la composición del combustible
 - Consumo de energía térmica y eléctrica de los equipos consumidores de energía
 - Medición de gases de combustión: temperatura, % de oxígeno, % de monóxido de carbono, % de bióxido de carbono

- Comprobar la operación de equipos importantes, logrando una mejor base para las estimaciones de ahorros potenciales y proporcionando una idea objetiva de la eficiencia de la planta.

Las únicas mediciones puntuales que se realizaron en el sistema de iluminación fueron las mediciones con respecto a la energía eléctrica.

3.3.4 Instrumentación para llevar a cabo el diagnóstico energético

Algunos instrumentos portátiles requeridos para la realización de diagnósticos energéticos son los siguientes:

- 1) Analizador de redes eléctricas
- 2) Medidores de velocidad de flujo en tuberías y equipo
- 3) KiloWattthorimetro
- 4) Factoripotenciometro
- 5) Tacómetro
- 6) Termómetros
- 7) Luxómetros
- 8) Laptop
- 9) Anemómetro
- 10) Cronometro
- 11) Flexómetro
- 12) Radiómetro ópticos
- 13) Pirómetro digital
- 14) Casco, guantes

En el caso de iluminación el equipo que se utilizó fue el laptop, cascos, guantes y el analizador de redes, en el capítulo 4 se menciona los resultados que se obtuvieron con este último, también se utilizan luxómetros, pero en este caso no se hicieron mediciones de luxes.

3.3.5 Desarrollo de una base de datos

La base de datos será utilizada muchas veces a lo largo del programa de ahorro de energía, debiendo de ser tan completa y exacta como sea posible, y perfeccionada a medida que el programa progrese, además, incluirá los siguientes aspectos:

- a) Consumos y costos históricos de todos los tipos de energéticos utilizados durante el periodo más largo posible.
- b) Volúmenes de producción y cualquier información relacionada para el mismo periodo que el de la energía utilizada
- c) Diagramas de flujos de procesos
- d) Inventario de equipos consumidores de energía

Como se mencionó anteriormente, las bases de datos son de gran importancia, debido a que se puede manejar mejor la información, además de contar con el inventario de las luminarias que tiene cada inmueble, esto principalmente se puede observar en el anexo 1 de este trabajo con las medidas de ahorro de energía.

3.3.6 Análisis de la información

Una vez que se ha hecho el levantamiento de datos y las mediciones puntuales en las dependencias, empresas o entidades, se realizará el análisis de la información y es aquí en donde se verifica la información capturada de los formatos establecidos en el levantamiento de datos. Y debe de contar con lo siguiente:

Software y/o hojas de cálculo para analizar los siguientes sistemas: refrigeración, iluminación, motores, bombas, aire comprimido, acondicionamiento ambiental por mencionar algunos.

Por otro lado, se debe de contar con bases de datos por ejemplo: catálogos técnicos, catálogo de precios y de eficiencias para agilizar el análisis.

Dentro de análisis se tomarán medidas de ahorro de energía, se iniciará con la obtención de índices de consumo de energía, se determinará los potenciales de ahorro energético, económico y ambiental, se evaluará económicamente las medidas propuestas, y por último se harán las recomendaciones y medidas de ahorro.

El análisis de la información del sistema de iluminación se lleva a cabo en el capítulo 4, ahí se describe con mayor detalle.

3.3.7 Identificación y medidas de ahorro de energía

- Una vez terminada el análisis de la información se inicia con la jerarquización de proyectos y alternativas resultantes de los estudios
- Identificación de nuevas tecnologías
- Estimación de eficiencias
- Incluir el potencial de ahorro de energía de la instalación, separado por sistema: térmico y eléctrico. El potencial de ahorro de energía debe de considerar la operación de la planta como: paros programados, paros no programados, producción, mantenimiento, catalizadores, etc.

La identificación de las medidas se realiza con las fichas técnicas en el sistema de iluminación, en la cual se proponen las medidas de ahorro de energía, en el capítulo 4 se muestra esto.

3.3.8 Evaluación económica de medidas

- Costos involucrados en las medidas aplicadas
- Balance económico de los ahorros logrados

Método de evaluación económica en este apartado se debe mencionar, el periodo de recuperación de la inversión en las nuevas tecnologías si es el caso, la rentabilidad media, el valor presente, la tasa interna de rentabilidad y un análisis de rentabilidad.

Para esto se debe mencionar todos los sistemas en los cuales se haya hecho el análisis y pueden ser los siguientes sistemas: motores eléctricos, refrigeración (industrial y comercial), acondicionamiento ambiental, aire comprimido, iluminación, bombeo, control de demanda, cambio de tarifa, monitoreo remoto, variadores de velocidad, automatización, aislamiento térmico, equipo de proceso.

La evaluación económica de este trabajo se realizó en el capítulo 5 y es en donde se explica con mayor detalle este punto.

3.3.9 Cálculos de los costos de los energéticos

Como primera parte de la evaluación, es usual determinar las cantidades relativas de las diferentes fuentes energéticas usadas y su costo, durante el período de estudio. Tal análisis, el valor relativo de ahorros de cada tipo de combustible, también indicando qué tipo de combustible constituye la fuente principal de energía.

La segunda evaluación consiste en el análisis de las tarifas existentes bajo las cuales se adquiere cada tipo de combustible y la energía eléctrica, sentando así las bases de los cálculos del ahorro.

Estos análisis llevan a los cálculos de costos de diferentes parámetros, como por ejemplo, el costo del vapor generado por la planta.

Para este punto sólo se toma en cuenta el costo de la energía eléctrica que es proporcionada por CFE.

3.3.10 Informe final o ejecutivo

Este reporte nos muestra la información general de diagnóstico que incluye los siguientes puntos:

- I. Resumen ejecutivo
- II. Descripción del proceso
- III. Situación geográfica
- IV. Potencial de ahorro
- V. Eficiencia de equipo

- VI. Medidas de ahorro de energía
- VII. Plan de trabajo y plan de acción

Además de contener anexos que son de suma importancia, ya que se cuenta con la siguiente información:

- I. Cotización del equipo por parte de los fabricantes
- II. Censo detallado de equipo principal. (hoja de datos electrónica)
- III. Costos de energéticos, gas, combustóleo, diésel, carbón, vapor, electricidad
- IV. Mediciones
- V. Herramientas de evaluación
- VI. Costo del diagnóstico energético

3.3.11 Plan de acción de mejoras

¿Qué hacer después de tener un diagnóstico energético?

La dependencia o entidad deberá instrumentar un programa permanente de ahorro, uso eficiente de la energía, seguimiento y control en sus instalaciones, el cual, debe formar parte del trabajo cotidiano de todo los servidores públicos.

El programa permanente debe contar con la infraestructura técnica administrativa y financiera para llevar a cabo con éxito las medidas de conservación, uso eficiente y sustitución energética y, como resultado el ahorro de energía.

Después de contar con el análisis económico en el capítulo 5, se proponen tres programas para llevar a cabo la realización de este trabajo.

3.4 Áreas de aplicación

Las áreas de aplicación de los diagnósticos energéticos es muy variado, estos son algunos ejemplos donde se pueden aplicar: área industrial (calderas, hornos, motores, bombas, sistemas de refrigeración, etc.), el área de transportes (vehículos automotrices: operación y mantenimiento) y el área de oficinas (acondicionamiento ambiental, aparatos eléctricos e iluminación).

Capítulo 4 Análisis de la información (Descripción de la Metodología)

Una de las cuestiones que se deben tener en cuenta en la aplicación de los diagnósticos energéticos es la metodología que se lleva a cabo, y gracias a ellos se toman medidas y estrategias, con esto se tiene un ahorro de energía que es el principal objetivo de los diagnósticos energéticos; para éste estudio sólo se considera el sistema de iluminación en los edificios no residenciales, debido a que el porcentaje de carga en el sistema de iluminación representa en promedio 63.6%³³ de la carga total instalada en los inmuebles, por eso la importancia de analizar este sistema.

Como se describió en la metodología del capítulo 3, los inmuebles que se analizarán se encuentran en el estado de Puebla y en la tabla 9 se presenta un resumen de sus características:

Tabla 9 Características de los inmuebles

| Inmueble | Metros cuadrados estimados | Tarifa eléctrica | Aire Acondicionado | Uso |
|----------|----------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 19,800 | HM | No | Oficinas Administrativas |
| 2 | 12,800 | HM | No | Oficinas Administrativas |
| 3 | 4,347 | HM | No | Oficinas Administrativas |
| 4 | 3,000 | 2 | No | Oficinas Administrativas |

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos generales de los inmuebles.

Dentro del análisis que se realizará, está la facturación eléctrica que tiene cada edificio, las mediciones que se realizaron y por último el censo de tecnología en el sistema de iluminación que se encontró dentro del inmueble.

³³ Tesis: Indicadores energéticos en iluminación para inmuebles destinados al uso de oficinas públicas caso: centro del país, Manuela Azucena Escobedo Izquierdo, 2005, México.

4.1 Inmueble 1

El inmueble 1, cuenta con 19,800 metros cuadrados estimados, la energía eléctrica se factura en tarifa HM, presenta un consumo promedio mensual de 126,000 kWh, con un factor de potencia promedio mensual de 94.5%, una demanda de energía eléctrica máxima de 422 kW, y dentro de los usos finales, el sistema de iluminación cuenta con 55% de tecnología eficiente y un 45% de tecnología ineficiente y un índice de consumo de energía eléctrica de 76 (kWh/m²-año), todo esto se menciona a detalle a continuación. Empezando con la facturación de energía eléctrica del edificio 1.

4.1.1 Facturación

En el capítulo 3, se mencionó uno de los pasos en la metodología que es la recopilación de información, la cual incluye la facturación, en esta parte se describe y analiza. Se debe mencionar que los datos expuestos en esta parte se tomaron con un sólo recibo de facturación, tomándose los históricos que vienen en el mismo, arrojado los siguientes resultados que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10 Inmueble 1: Datos históricos de la factura eléctrica

| Año | Mes | Demanda Facturable (kW) | Consumo Mensual (kWh) | Factor de Potencia (%) | Precio Medio (\$/kWh) | Facturación Mensual (\$) |
|----------|-----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 2011 | Abr | 313 | 118,350 | 94.6 | 1.4343 | \$169,749 |
| 2011 | May | 321 | 138,000 | 93.6 | 1.4999 | \$206,986 |
| 2011 | Jun | 307 | 135,600 | 93.5 | 1.5339 | \$207,997 |
| 2011 | Jul | 284 | 129,900 | 93.5 | 1.5406 | \$200,124 |
| 2011 | Ago | 283 | 133,950 | 94.0 | 1.4913 | \$199,760 |
| 2011 | Sep | 299 | 127,500 | 94.1 | 1.5590 | \$198,773 |
| 2011 | Oct | 281 | 117,450 | 94.8 | 1.5315 | \$179,875 |
| 2011 | Nov | 318 | 118,050 | 94.8 | 1.7138 | \$202,314 |
| 2011 | Dic | 305 | 118,800 | 95.3 | 1.7454 | \$207,354 |
| 2012 | Ene | 292 | 124,050 | 94.9 | 1.7229 | \$213,726 |
| 2012 | Feb | 314 | 119,700 | 95.3 | 1.7758 | \$212,563 |
| 2012 | Mar | 332 | 132,000 | 95.5 | 1.7758 | \$220,852 |
| Promedio | | 304 | 126,113 | 94.5 | 1.6104 | \$201,673 |

Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

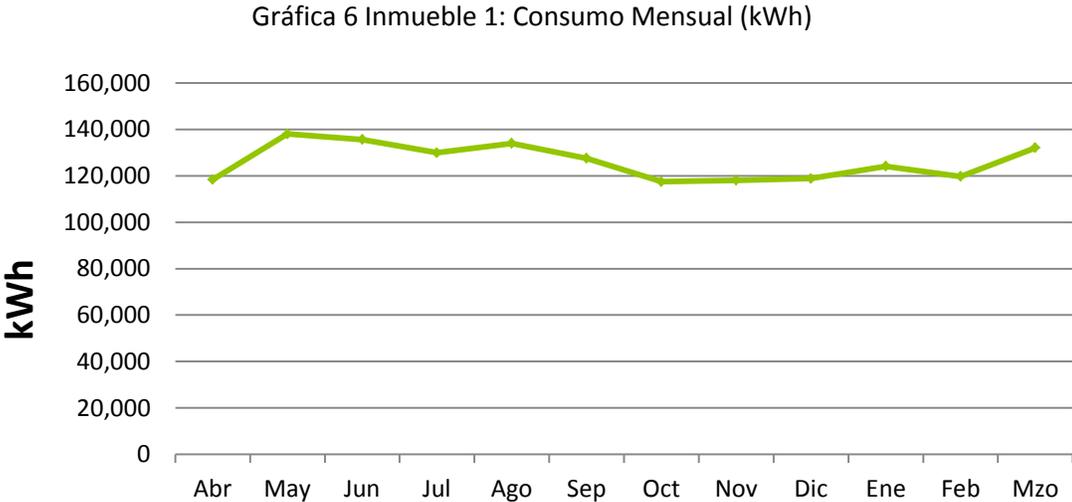
En la tabla 10, podemos observar el consumo mensual, obteniéndose un promedio mensual de 126,113 kWh, se obtiene un factor de potencia promedio mensual de 94.5%, por otra parte, CFE determina que debe ser superior a 90% el factor de potencia para que no haya penalización en la factura eléctrica, en este caso se tiene una bonificación.

Otra de las cuestiones es la obtención del índice de consumo de energía eléctrica, que es la relación entre el consumo total de energía eléctrica facturada en un año y la superficie construida, para este caso, la energía facturada en el año es de 1, 513,350 (kWh/año), teniendo los metros cuadrados del inmueble estimados en 19,800 m², el índice nos da de 76 (kWh/m²-año). La importancia de los índices energéticos es que son parámetros de referencia que permiten realizar comparaciones en instalaciones de usos iguales de la energía.

En el centro del país el índice máximo de consumo de energía eléctrica (IMCEE) en inmuebles de uso de oficinas sin aire acondicionado es de 60³⁴ (kWh/m²-año). Para nuestro estudio se encuentra por arriba un 27% del máximo, esto demostrando que no se tiene un uso eficiente de energía y en el cual se presenta un potencial para el ahorro de energía, tomando medidas y estrategias para llegar al máximo establecido.

Para mayor detalle de los índices máximos de la república mexicana y su región ver Anexo 3 Tabla Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de la Administración Pública Federal (APF) de los anexos.

A continuación se muestra la gráfica 7, en la cual vemos el consumo mensual que presenta el inmueble 1:



Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

³⁴ Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal, 2010.

En la gráfica 7, podemos observar que en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre hay un incremento en el consumo de energía eléctrica en un intervalo de 9.4% y baja hasta 1.1%, después hay una disminución entre los meses de Octubre a Febrero de 6.9% a 5%. El incremento que se tiene puede deberse principalmente al clima del estado, a los equipos conectados, a los hábitos que tiene el personal y la ubicación del edificio.

Dentro de la metodología para la realización de un diagnóstico como se mencionó en el capítulo 3, la realización de mediciones puntuales permiten conocer los consumos y comportamientos que se tienen en el inmueble, a continuación se describen y analizan.

4.1.2 Mediciones

Este apartado se realizó con la ayuda de un analizador de redes, el cual fue conectado durante una semana tomando datos cada cinco minutos para poder observar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica que se está teniendo en el edificio, dicho monitoreo arrojó los siguientes datos:

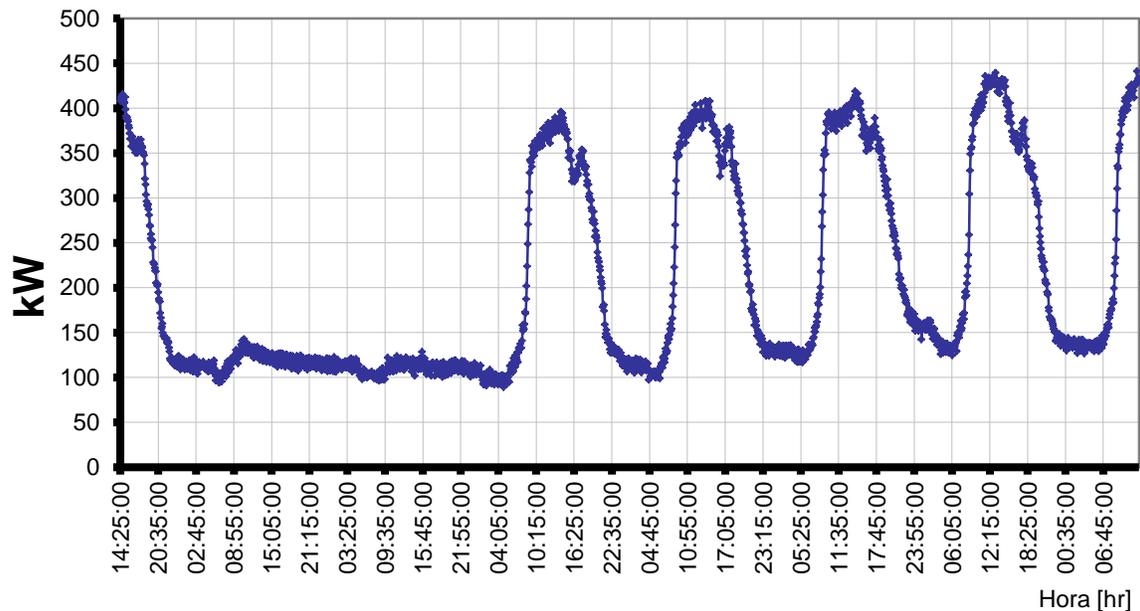
Análisis de la Demanda de energía eléctrica del inmueble 1.

La demanda máxima de energía eléctrica que se tiene en el edificio se presenta el día viernes a las 12:15 hrs con 422 kW demostrándose que a esta hora se tiene uso de casi todos los sistemas como por ejemplo el equipo eléctrico, motores, bombas, iluminación, etc.; y a lo largo de la semana se encuentra un comportamiento homogéneo en la demanda durante el monitoreo, como se puede observar en la gráfica de demanda y se encuentran tres horarios distintos. A continuación se describen:

El horario de las 00:00 hrs hasta las 7:00 am, en este se haya la demanda base del edificio, encontrándose en un intervalo que va de los 84 kW como demanda mínima hasta los 154 kW de demanda máxima, el otro horario va de las 7:05 am hasta las 20:00 pm y en este horario se haya la demanda intermedia y varia de los 104 kW hasta los 422 kW, y el último horario que es de las 20:05 pm hasta las 23:55 pm, aquí hay una disminución de la demanda que va de los 283 kW hasta 111 kW. Para poder observar este comportamiento, ver la gráfica 8 de la demanda total del inmueble.

El fin de semana no hay labores en el edificio, la demanda se mantuvo en un intervalo mínimo de 88 kW y el máximo de 132 kW. Este comportamiento es similar al de la demanda base de los días hábiles.

Gráfica 7 Inmueble 1: Demanda Total



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones)

Ahora se analizará un día hábil, para realizar este análisis se tomó el día jueves, en este caso se debería de tomar el día de la demanda máxima, pero ese día en donde se obtuvo la demanda máxima se desconectó el analizador y el día jueves tiene un comportamiento similar, arrojando los siguientes resultados: de las 00:00 hasta la 07:10 hrs la demanda eléctrica del edificio está en un intervalo de 116 kW hasta 154 kW en este horario no hay actividades en el edificio, a partir de las 07:15 que es la hora en donde se empiezan las actividades dentro del edificio hasta las 20:00 hrs la demanda se incrementa y varía de los 135 kW hasta los 420 kW, después de las 20:05 a las 00:00 hrs, hay una disminución debido al cierre de actividades dentro del edificio que va desde los 275 kW hasta los 149 kW. Repitiéndose cíclicamente este comportamiento de la demanda a lo largo de los demás días con algunas variaciones pequeñas.

La demanda mínima de 84 kW que se obtuvo con respecto a la demanda máxima de 422 kW representa el 20% este porcentaje principalmente representa al sistema de iluminación nocturna y algunas cargas que se quedan conectadas. Por otra parte, los 422 kW de demanda máxima con respecto a la demanda contratada de 532 kW representan el 84%, por lo que el edificio no está demandando toda la carga posible.

Ahora se analizará la demanda de un día hábil de acuerdo a los horarios de la tarifa HM de CFE y es presentada en la tabla 11.

Tabla 11 Inmueble 1: Comportamiento de la demanda eléctrica

| Horarios | Comportamiento de la demanda eléctrica |
|-----------------|--|
| 00:00 – 06:00 h | Horario de demanda base. La demanda se mantiene variando entre 84 kW y 108 kW, con un promedio de demanda de 94 kW. |
| 06:00 – 20:00 h | Horario de demanda intermedia. La demanda en este horario se encuentra en un intervalo entre 99 kW y 377 kW, con un promedio de 290 kW, dentro de esta clasificación de la demanda intermedia se encontraron tres variaciones las cuales se describen a continuación: de las 06:00 hrs hasta las 09:00 hrs se mantiene en un promedio de 143 kW, después de las 9:05 horas se incrementa debido al inicio de actividades dentro del edificio manteniéndose así hasta las 19:00 hrs con un promedio de demanda de 341 kW, después de las 19:05 hrs la demanda disminuye a 271 kW debido al cierre de actividades. |
| 20:00 – 22:00 h | Horario de demanda punta. La demanda se mantiene en un valor estable promedio de 246 kW es decir, la demanda base. Debido al sistema de iluminación nocturno principalmente, y algunas cargas que se quedan conectadas. |
| 22:00 – 24:00 h | Horario de demanda intermedia. La demanda se mantiene en valores alrededor de los 122 kW hasta las 00:00 hrs siguiendo el patrón de la demande base. |

Fuente: Elaboración Propia. Análisis de los datos del analizador de redes (mediciones).

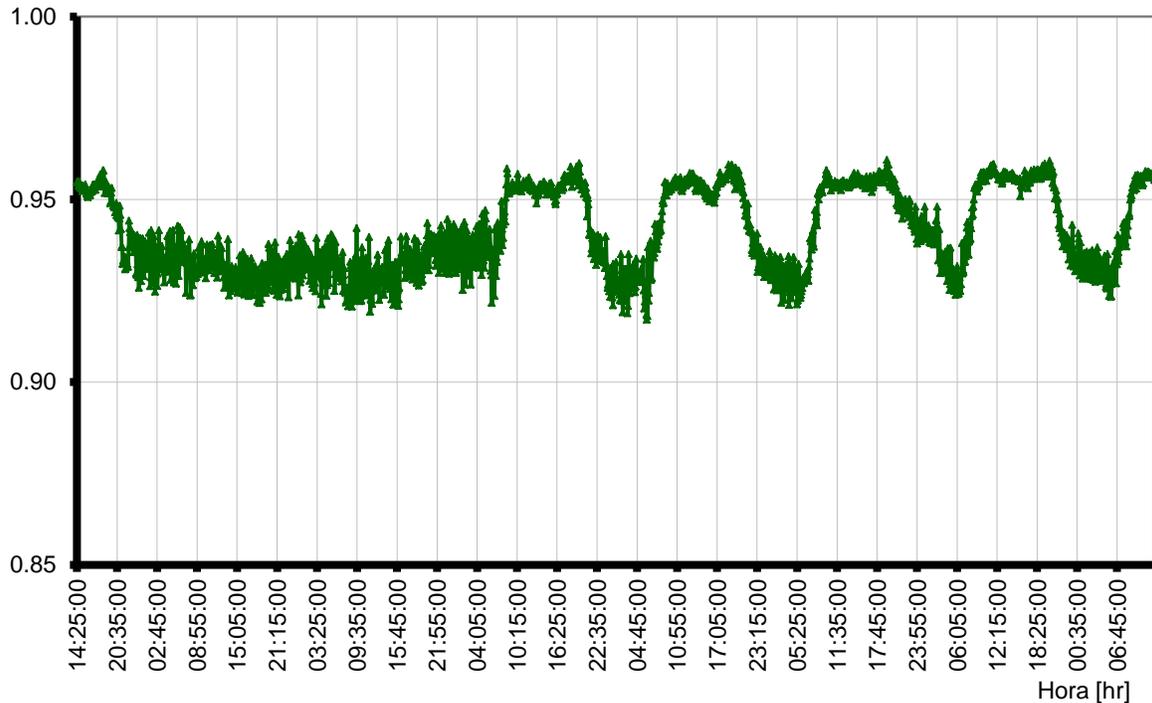
Del monitoreo que se realizó durante toda la semana, se obtuvo el consumo de energía.

Desde que se conecta y se programa el analizador de redes este empieza a medir el consumo que se está teniendo en el edificio, el consumo obtenido durante toda la semana de monitoreo fue de 32,855 kWh. Ver Anexo 2, Gráficas de consumo de energía, en la cual se muestra el comportamiento del consumo durante el monitoreo.

Teniendo el consumo semanal ahora podemos obtener el consumo mensual estimado suponiendo que el comportamiento de consumo sea el mismo, multiplicamos el consumo semanal por las cuatros semanas dándonos como resultado 131,419 kWh estimados mensuales, que a su vez checando con los datos de facturación de la tabla 10 este valor está dentro del rango de consumo, ya que en el año anterior en el mismo mes se obtuvo un consumo de 138,000 kWh.

CFE determina que el factor de potencia debe ser mayor a 90% para que haya una bonificación en la facturación de energía eléctrica y si es menor a 90% hay una penalización. En el monitoreo se detectó mínimo de 92% y un máximo de 96%, con un promedio de 94% muy similar al promedio mensual de la facturación, lo que representa el correcto aprovechamiento de la energía eléctrica y no presenta problema alguno. El comportamiento del factor de potencia se muestra en la gráfica 9 del inmueble 1.

Gráfica 8 Inmueble 1: Factor de Potencia



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

La variación de voltaje de acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, menciona que puede haber una variación de voltaje de $\pm 10\%$ del voltaje y puede encontrarse entre el siguiente rango de 114.3 hasta 139.7 volts respecto al nominal 127 volts, dentro del monitoreo encontramos que la fase A tiene un máximo de 0.53%, la fase B de 0.54% y la fase C de 0.50%, por lo anterior se muestra que el sistema no presenta desbalanceo con respecto a la variación de voltaje del edificio.

La variación de corriente de acuerdo a norma ANSI C50.41.4.2 el desbalance mínimo puede ser de 1% hasta 5% en el punto de acometida, en el monitoreo encontramos que los máximos de la fase A es de 14%, fase B de 15% y la fase C de 13%, y se observa que en las tres fases los valores máximos se encuentran por arriba del valor permitido. El desbalance en corriente genera corrientes en el neutro y calentamientos de los conductores deteriorando el aislamiento de éstos, además que reduce la vida útil del transformador.

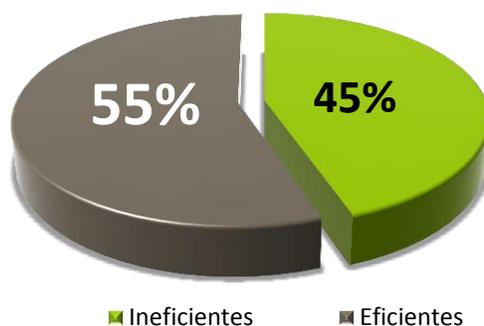
La recopilación de información como se menciona en el capítulo 3, es de suma importancia debido a que se cuenta con el inventario de equipo que se tiene en el inmueble. A continuación se describe este punto en forma de resumen.

4.1.3 Censo

Dentro del edificio se encuentra los siguientes sistemas de uso final: motores, bombas, aparatos electrónicos e iluminación interior. Siendo el último el que se analiza con mayor profundidad.

El edificio cuenta con un total de luminarios instalados 1,539 de las cuales se clasifican en eficientes e ineficientes, dando como resultado la gráfica 10.

Gráfica 9 Inmueble 1: Tipo de tecnología



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en el inmueble 1.

Como se puede ver en la gráfica 10, del total de luminarios en el inmueble 853 son eficientes, que representan el 55% del total y principalmente son: lámparas fluorescentes compactas, lámparas fluorescentes T5 y T8, por otro lado, se encuentran las ineficientes con 686 luminarias y representan el 45% del total de las luminarias y son incandescentes, dicroicas, así como también las lámparas fluorescentes T12 las cuales usan un balastro electromagnético (convencional).

El consumo en el sistema de iluminación se estimó en 42,277 (kWh/mes) y representa el 33.5% de todo el consumo promedio mensual de facturación que es de 126,113 kWh.

La tecnología ineficiente representa el 69% del consumo del estimado en el sistema de iluminación con 28,979 (kWh/mes). Mientras que la tecnología eficiente representa el 31% con 13,298 (kWh/mes).

De lo anterior se puede observar que hay un alto potencial de ahorro de energía en el sistema de iluminación el cual representa el 69%. Esto se analizará mejor en el capítulo 5 a detalle con la sustitución de luminarios más eficientes.

4.2 Inmueble 2

El inmueble 2, cuenta con 12,800 metros cuadrados estimados, la energía eléctrica se factura en tarifa HM, presenta un consumo promedio mensual de 21,164 kWh, con un factor de potencia promedio mensual de 84.6%, una demanda de energía eléctrica máxima de 77 kW, y dentro de los usos finales, el sistema de iluminación cuenta con 17% de tecnología eficiente y un 83% de tecnología ineficiente y un índice de consumo de energía eléctrica de 21 (kWh/m²-año), todo esto se menciona a detalle a continuación. Empezando con la facturación de energía eléctrica del edificio.

4.2.1 Facturación

En el capítulo 3, se mencionó uno de los pasos en la metodología que es la recopilación de información, la cual incluye la facturación, en esta parte se describe y analiza. Se debe mencionar que los datos expuestos en esta parte se tomaron con un sólo recibo de facturación, tomándose los históricos que vienen en el mismo, arrojado los siguientes resultados que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12 Inmueble 2: Datos históricos de la factura eléctrica

| Año | Mes | Demanda Facturable (kW) | Consumo Mensual (kWh) | Factor de Potencia (%) | Precio Medio (\$/kWh) | Facturación Mensual (\$) |
|----------|-----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 2011 | Abr | 55 | 21,568 | 85.6 | 1.7902 | 38,611 |
| 2011 | May | 57 | 22,552 | 85.0 | 1.8976 | 42,794 |
| 2011 | Jun | 53 | 22,272 | 84.8 | 1.9204 | 42,771 |
| 2011 | Jul | 54 | 20,904 | 83.8 | 1.9997 | 41,801 |
| 2011 | Ago | 50 | 21,896 | 84.4 | 1.8913 | 41,413 |
| 2011 | Sep | 49 | 20,304 | 84.2 | 1.9587 | 39,769 |
| 2011 | Oct | 64 | 21,816 | 82.7 | 2.0447 | 44,607 |
| 2011 | Nov | 72 | 19,832 | 84.1 | 2.3262 | 46,133 |
| 2011 | Dic | 70 | 20,952 | 85.4 | 2.3310 | 48,839 |
| 2012 | Ene | 73 | 22,464 | 85.8 | 2.2983 | 51,629 |
| 2012 | Feb | 68 | 20,176 | 85.3 | 2.3733 | 47,884 |
| 2012 | Mar | 65 | 21,264 | 84.8 | 2.2005 | 46,792 |
| 2012 | Abr | 47 | 19,128 | 84.1 | 1.9585 | 37,462 |
| Promedio | | 60 | 21,164 | 84.6 | 2.0762 | 43,885 |

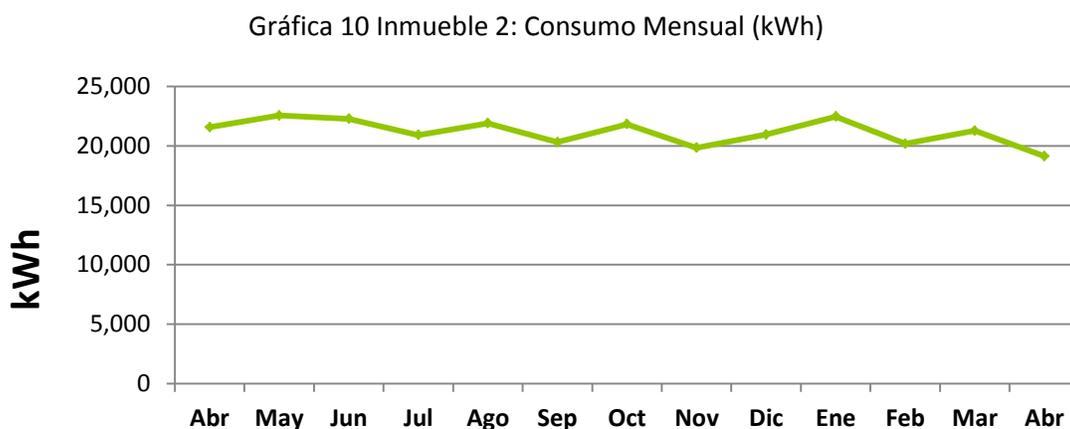
Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

En la tabla 12, se puede observar el consumo mensual, obteniéndose un promedio mensual de 21,164 kWh, se obtiene un factor de potencia promedio mensual de 84.6%, por otra parte, CFE determina que debe ser superior a 90% el factor de potencia, en este caso hay una penalización en la facturación eléctrica.

Otra de las cuestiones es la obtención del índice de consumo de energía eléctrica, que es la relación entre el consumo total de energía eléctrica facturada en un año y la superficie construida, para este caso, la energía facturada en el año es de 253,964 kWh/año, teniendo los metros cuadrados del inmueble estimados en 12,800 m², el índice nos da de 21 kWh/m²-año. La importancia de los índices energéticos es que son parámetros de referencia que permiten realizar comparaciones en instalaciones de usos iguales de la energía.

En el centro del país el índice máximo de consumo de energía eléctrica (IMCEE) en inmuebles de uso de oficinas sin aire acondicionado es de 60³⁵ (kWh/m²-año), para nuestro caso de estudio se encuentra por debajo un 64% con respecto al máximo, lo que nos indica que el edificio está dentro del rango establecido y tiene un buen uso de la energía eléctrica. Para mayor detalle de los índices máximos de la república mexicana y su región ver la Tabla 3 Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de la Administración Pública Federal (APF) de los anexos.

A continuación se muestra la gráfica 11 el consumo mensual del inmueble 2:



Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

En la gráfica 11, podemos observar que en el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre hay un incremento en el consumo de energía eléctrica en un intervalo de 9.4% y baja hasta 1.1% esto puede deberse a que en estas fechas hay reuniones, juntas y por lo tanto el horario de trabajo incrementa y por lo tanto el consumo incrementa. Por el contrario en los meses de Octubre hasta Febrero se tiene el efecto contrario en donde hay una reducción del consumo de energía eléctrica que va desde 1.4% hasta el 6.4% menos.

³⁵ Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal, 2010.

Dentro de la metodología para la realización de un diagnóstico como se mencionó en el capítulo 3, la realización de mediciones puntuales permiten conocer los consumos y comportamientos que se tienen en el inmueble, a continuación se describen y analizan.

4.2.2 Mediciones

Este apartado se realizó con la ayuda de un analizador de redes, el cual fue conectado durante una semana tomando datos cada cinco minutos para poder observar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica que se está teniendo en el edificio, dicho monitoreo arrojó los siguientes datos:

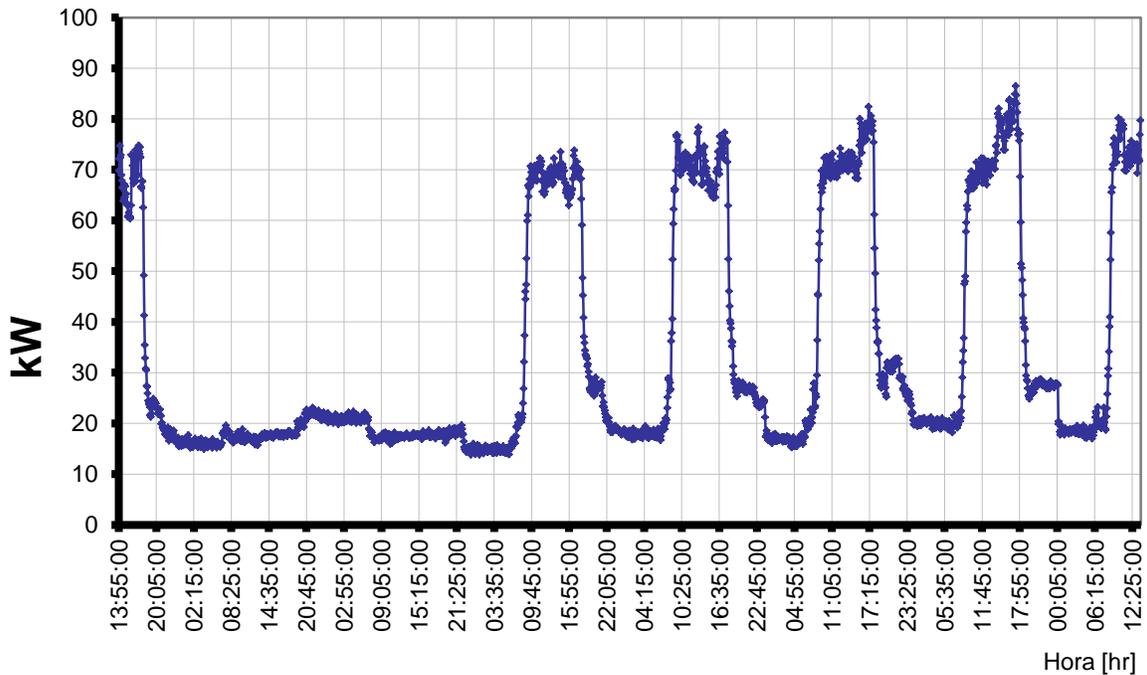
Análisis de la Demanda de energía eléctrica del inmueble 2.

La demanda máxima de energía eléctrica que se tiene en el edificio se presenta el día viernes a las 17:15:00 hrs con 77 kW demostrándose que a esta hora se tiene uso de casi todos los sistemas como por ejemplo el equipo eléctrico, motores, bombas, iluminación, etc.; y a lo largo de la semana se encuentra un comportamiento homogéneo en la demanda durante el monitoreo, como se puede observar en la gráfica de demanda y se encuentra en tres horarios distintos. A continuación se describen:

El horario de las 00:00 hrs hasta las 08:25 am en este se haya la demanda base del edificio, encontrándose en un intervalo que va de los 10 kW como demanda mínima hasta los 24 kW de demanda máxima, el otro horario va de las 08:30 am hasta las 19:00 pm y en este horario se haya la demanda intermedia y varia de los 12 kW hasta los 77 kW, y el último horario que es de las 19:05 pm hasta las 23:55 pm, aquí hay una disminución de la demanda que va de los 28 kW hasta 11 kW. Este comportamiento se puede ver en la gráfica de demanda. En la gráfica 12, se muestra el comportamiento de la demanda total del inmueble 2.

El fin de semana no hay labores en el edificio, la demanda se mantuvo en un intervalo mínimo de 10 kW y el máximo de 19 kW. Este comportamiento es similar al de la demanda base de los días hábiles.

Gráfica 11 Inmueble 2: Demanda Total



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

Ahora se analizará un día hábil, para realizar este análisis se tomó el día jueves, que es en donde se tuvo la demanda máxima en el edificio, dando como resultado los siguientes datos: de las 00:00 hasta la 08:25 hrs la demanda eléctrica del edificio está en un intervalo de 14 kW hasta 19 kW en este horario no hay actividades en el edificio, a partir de las 08:30 que es la hora en donde se empiezan las actividades dentro del edificio hasta las 19:00 hrs la demanda se incrementa y varía de los 14 kW hasta los 77 kW, después de las 19:05 a las 00:00 hrs, hay una disminución debido al cierre de actividades dentro del edificio que va desde los 25 kW hasta los 20 kW. Repitiéndose cíclicamente este comportamiento de demanda con respecto a los demás días y con algunas variaciones pequeñas.

La demanda mínima de 10 kW que se obtuvo con respecto a la demanda máxima de 77 kW representa del 13% este porcentaje principalmente representa al sistema de iluminación nocturna y algunas cargas que se quedan conectadas. Por otra parte, los 77 kW de demanda máxima con respecto a la demanda contratada de 137 kW representan el 56%, por lo que el edificio no está demandando toda la carga posible.

Ahora se analizará la demanda de un día hábil de acuerdo a los horarios de la tarifa HM de CFE y se muestra en la tabla 13.

Tabla 13 Inmueble 2: Comportamiento de la demanda eléctrica

| Horarios | Comportamiento de la demanda eléctrica |
|-----------------|--|
| 00:00 – 06:00 h | Horario de demanda base. La demanda se mantiene variando entre 15 kW y 19 kW, con un promedio de demanda de 16 kW. |
| 06:00 – 20:00 h | Horario de demanda intermedia. La demanda en este horario se encuentra en un intervalo entre 14 kW y 77 kW, con un promedio de 50 kW, dentro de esta clasificación de la demanda intermedia se encontraron tres variaciones las cuales se describen a continuación: de las 06:00 hrs hasta las 08:30 hrs se mantiene en un promedio de 16 kW, después de las 08:35 horas se incrementa debido al inicio de actividades dentro del edificio manteniéndose así hasta las 19:00 hrs con un promedio de demanda de 61 kW, después de las 19:05 hrs la demanda disminuye a 22 kW debido al cierre de actividades. |
| 20:00 – 22:00 h | Horario de demanda punta. La demanda se mantiene en un valor estable promedio de 24 kW es decir, la demanda base. Debido al sistema de iluminación nocturno principalmente, y algunas cargas que se quedan conectadas. |
| 22:00 – 24:00 h | Horario de demanda intermedia. La demanda se mantiene en valores alrededor de los 24 kW hasta las 00:00 hrs siguiendo el patrón de la demanda base. |

Fuente: Elaboración Propia. Análisis de los datos del analizador de redes (mediciones).

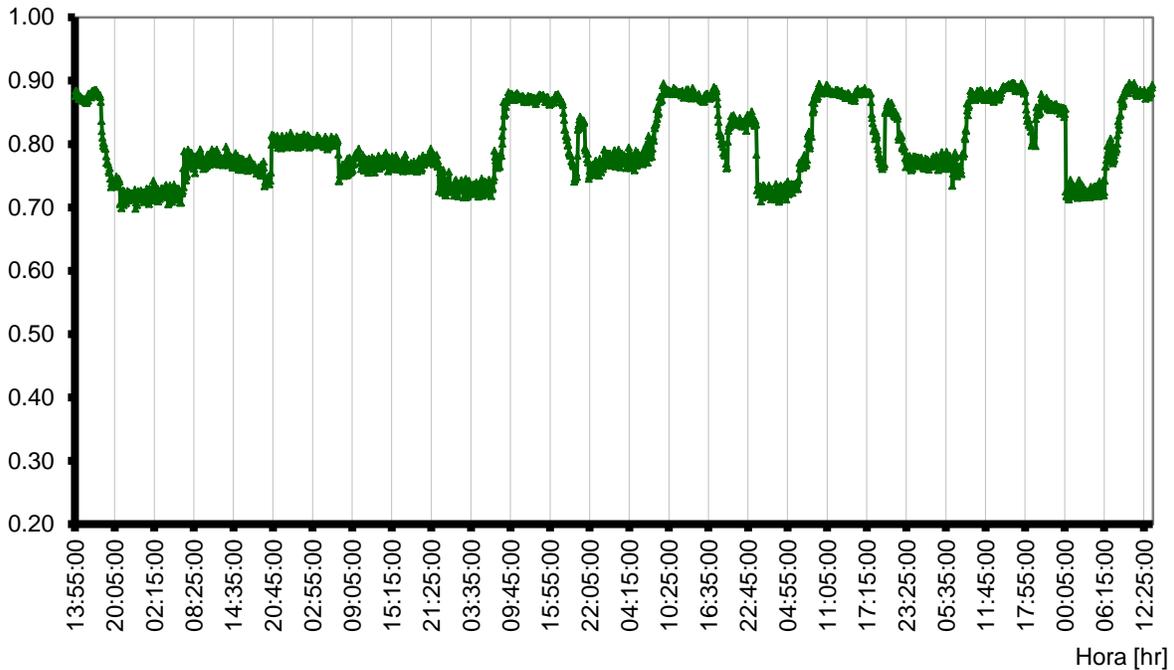
Del monitoreo que se realizó durante toda la semana, se obtuvo el consumo de energía.

Desde que se conecta y se programa el analizador de redes este empieza a medir el consumo que se está teniendo en el edificio, el consumo obtenido durante toda la semana de monitoreo fue de 4,821 kWh. Ver Anexo 2 Gráficas de consumo de energía, en la cual se muestra el comportamiento del consumo durante el monitoreo.

Teniendo el consumo semanal ahora podemos obtener el consumo mensual estimado suponiendo que el comportamiento de consumo sea el mismo, multiplicamos el consumo semanal por las cuatros semanas dándonos como resultado 19,283 kWh estimados mensuales, que a su vez checando con los datos de facturación de la tabla 12 este valor está dentro del rango de consumo, muy similar al consumo del mes de Noviembre.

CFE determina que el factor de potencia debe ser mayor a 90% para que haya una bonificación en la facturación de la energía eléctrica y si es menor a 90% hay una penalización. En el monitoreo detectó un mínimo de 69.7% y un máximo de 89.6%, con un promedio de 80.1% similar al promedio mensual de la facturación, lo que representa un problema por la penalización en la facturación eléctrica, además de que no se está aprovechando correctamente la energía eléctrica. El comportamiento del factor de potencia se muestra en la gráfica 13.

Gráfica 12 Inmueble 2: Factor de Potencia



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

La variación de voltaje de acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, menciona que puede haber una variación de voltaje de $\pm 10\%$ del voltaje y puede encontrarse entre el siguiente rango de 114.3 hasta 139.7 volts respecto al nominal 127 volts, dentro del monitoreo encontramos que la fase A tiene un máximo de 0.74%, la fase B de 0.57% y la fase C de 0.49%, por lo anterior se muestra que el sistema no presenta desbalanceo con respecto a la variación de voltaje del edificio.

La variación de corriente de acuerdo a norma ANSI C50.41.4.2 el desbalance mínimo puede ser de 1% hasta 5% en el punto de acometida, en el monitoreo encontramos que los máximos de la fase A es de 73%, fase B de 39% y la fase C de 42%, y se observa que en las tres fases los valores máximos se encuentran por arriba del valor permitido. El desbalance en corriente genera corrientes en el neutro y calentamientos de los conductores deteriorando el aislamiento de éstos, además que reduce la vida útil del transformador.

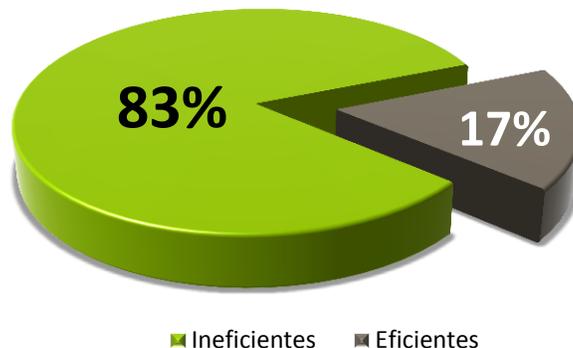
La recopilación de información como se menciona en el capítulo 3, es de suma importancia debido a que se cuenta con el inventario de equipo que se tiene en el inmueble. A continuación se describe este punto en forma de resumen.

4.2.3 Censo

Dentro del edificio se encuentra los siguientes sistemas de uso final: motores, bombas, aparatos electrónicos e iluminación interior. Siendo el último el que se analiza con mayor profundidad.

El edificio 2, cuenta con un total de luminarios instalados 515 de las cuales se clasifican en eficientes e ineficientes, y en la gráfica 14 se puede ver el porcentaje del tipo de tecnología.

Gráfica 13 Inmueble 2: Tipo de tecnología



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en el inmueble 2.

Como se puede ver en la gráfica 14, del total de luminarios localizadas en el inmueble 89 son eficientes, que representan el 17% del total y principalmente son: lámparas fluorescentes compactas, lámparas fluorescentes T5 y T8 de las cuales como se mostró el capítulo 2 este tipo de lámparas usan un balastro electrónico, por el otro lado, se encuentran las ineficientes con 426 luminarias y representan el 83% del total de las luminarias y son incandescentes, dicroicas, así como también las lámparas fluorescentes T12 las cuales usan un balastro electromagnético (convencional).

El consumo en el sistema de iluminación se estimó en 15,960 (kWh/mes) y representa el 75.4% de todo el consumo promedio mensual de facturación que es de 21,164 kWh.

La tecnología ineficiente representa el 93% del consumo del estimado en el sistema de iluminación con 14,888 (kWh/mes). Mientras que la tecnología eficiente representa el 7% con 1,072 (kWh/mes).

De lo anterior se puede observar que hay un alto potencial de ahorro de energía en el sistema de iluminación el cual representa el 93%. Esto se analizara mejor en el siguiente capítulo a detalle con la sustitución de luminarios más eficientes.

4.3 Inmueble 3

El inmueble 3, cuenta con 4,347 metros cuadrados estimados, la energía eléctrica se factura en tarifa HM, presenta un consumo promedio mensual de 22,999 kWh, con un factor de potencia promedio mensual de 95.5%, una demanda de energía eléctrica máxima de 58 kW, y dentro de los usos finales, el sistema de iluminación cuenta con un 62% de tecnología eficiente y un 38% de tecnología ineficiente y un índice de consumo de energía eléctrica de 63 (kWh/m²-año), todo esto se menciona a detalle a continuación. Empezando con la facturación de energía eléctrica del edificio.

4.3.1 Facturación

En el capítulo 3, se mencionó uno de los pasos en la metodología que es la recopilación de información, la cual incluye la facturación, en esta parte se describe y analiza. Se debe mencionar que los datos expuestos en esta parte se tomaron con un sólo recibo de facturación, tomándose los históricos que vienen en el mismo, arrojado los siguientes resultados que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Inmueble 3: Datos históricos de la factura eléctrica

| Año | Mes | Demanda Facturable (kW) | Consumo Mensual (kWh) | Factor de Potencia (%) | Precio Medio (\$/kWh) | Facturación Mensual (\$) |
|----------|-----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 2011 | May | 65 | 25,096 | 93.7 | 1.5881 | 39,855 |
| 2011 | Jun | 64 | 22,456 | 93.8 | 1.6639 | 37,365 |
| 2011 | Jul | 49 | 20,128 | 93.9 | 1.6110 | 32,426 |
| 2011 | Ago | 54 | 20,664 | 94.4 | 1.6079 | 33,226 |
| 2011 | Sep | 68 | 24,712 | 96.6 | 1.6544 | 40,884 |
| 2011 | Oct | 57 | 21,280 | 95.6 | 1.6110 | 34,282 |
| 2011 | Nov | 55 | 22,336 | 96.2 | 1.6249 | 36,294 |
| 2011 | Dic | 65 | 27,248 | 97.0 | 1.7105 | 46,608 |
| 2012 | Ene | 63 | 24,408 | 96.2 | 1.7467 | 42,633 |
| 2012 | Feb | 53 | 21,496 | 95.9 | 1.8010 | 38,714 |
| 2012 | Mar | 59 | 22,008 | 96.6 | 1.7814 | 39,205 |
| 2012 | Abr | 56 | 24,152 | 96.5 | 1.7369 | 22,852 |
| Promedio | | 59 | 22,999 | 95.5 | 1.6781 | 37,029 |

Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

En la tabla 14, podemos observar el consumo mensual, obteniéndose un promedio mensual de 22,999 kWh, se obtiene un factor de potencia promedio mensual de 95.5%, por otra parte, CFE determina que debe ser superior a 90% el factor de potencia, en este se tiene una bonificación en la facturación eléctrica.

Otra de las cuestiones es la obtención del índice de consumo de energía eléctrica, que es la relación entre el consumo total de energía eléctrica facturada en un año y la superficie construida, para este caso, la energía facturada en el año es de 275,128 (kWh/año), teniendo los metros cuadrados del inmueble estimados en 4,347 m², el índice nos da de 63 (kWh/m²-año). La importancia de los índices energéticos es que son parámetros de referencia que permiten realizar comparaciones en instalaciones de usos iguales de la energía.

En el centro del país el índice máximo de consumo de energía eléctrica (IMCEE) en inmuebles de uso de oficinas sin aire acondicionado es de 60³⁶ (kWh/m²-año). Para nuestro estudio se encuentra por arriba un 6% del máximo esto demostrando que no se tiene un uso eficiente de energía y presenta un potencial para el ahorro de energía, tomando medidas y estrategias para llegar al máximo establecido.

Para mayor detalle de los índices máximos de la república mexicana y su región ver la Tabla 3 Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de la Administración Pública Federal (APF) de los anexos.

En la gráfica 15, se muestra el comportamiento del consumo mensual:

Gráfica 14 Inmueble 3: Consumo Mensual (kWh)



Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

En la gráfica 15, podemos observar que en el mes de Junio hasta el mes de Agosto hay una disminución en el consumo de energía eléctrica en un intervalo de 2.4% y baja hasta 10.2%, también se observa que cada cierto tiempo de 2 a 3 meses se incrementa el consumo esto puede ser principalmente a las actividades extras que se tienen dentro del edificio: como por ejemplo pueden ser eventos o reuniones utilizándose todos los sistemas que consumen energía eléctrica por eso el incremento en el consumo cada cierto tiempo.

Dentro de la metodología para la realización de un diagnóstico como se mencionó en el capítulo 3, la realización de mediciones puntuales permiten conocer los consumos y comportamientos que se tienen en el inmueble, a continuación se describen y analizan.

³⁶ Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal, 2010.

4.3.2 Mediciones

Este apartado se realizó con la ayuda de un analizador de redes, el cual fue conectado durante una semana tomando datos cada cinco minutos para poder observar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica que se está teniendo en el edificio, dicho monitoreo arrojó los siguientes datos:

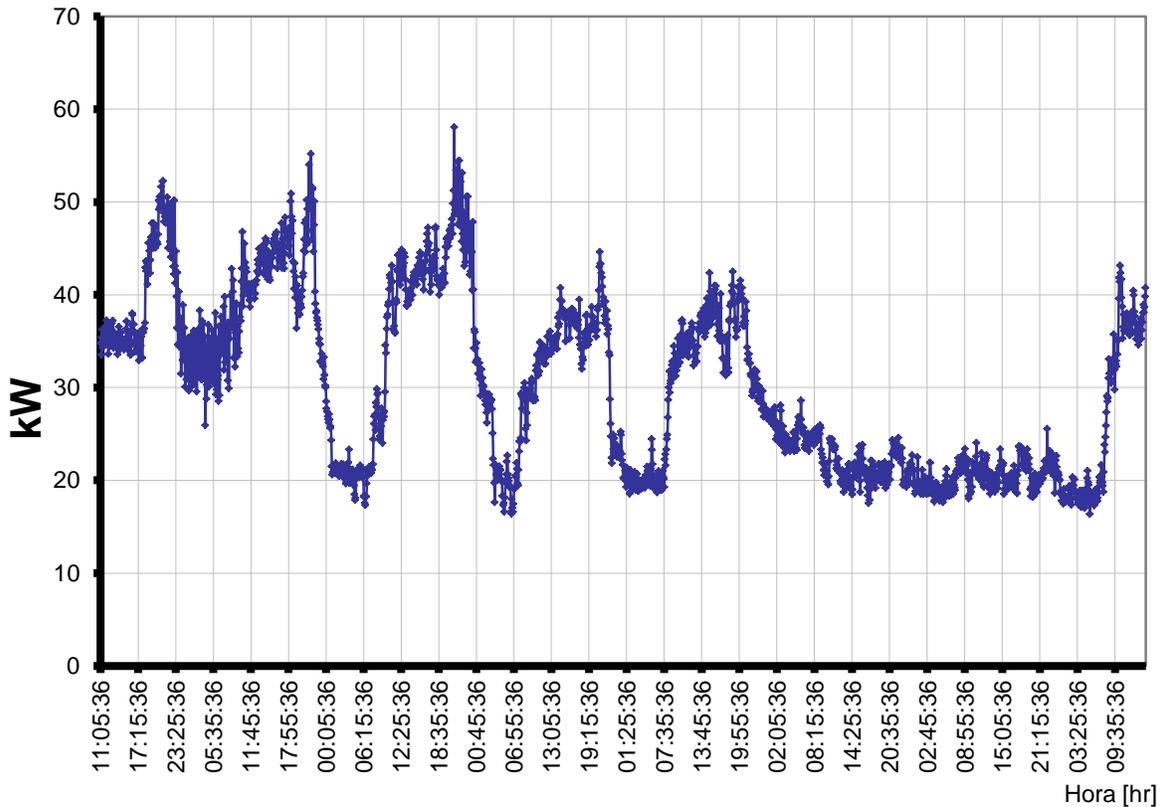
Análisis de la Demanda de energía eléctrica del inmueble 3.

La demanda máxima de energía eléctrica que se tiene en el edificio se presenta el día miércoles a las 21:05:36 hrs con 58 kW, demostrándose que a esta hora se tiene uso de casi todos los sistema como por ejemplo el equipo eléctrico, motores, bombas, iluminación, etc.; a lo largo de la semana se encuentra un comportamiento variante, ya que en este edificio se estaban haciendo remodelaciones tanto el día del levantamiento como el día de las mediciones y esto se puede observar en la gráfica de demanda.

El horario de las 00:00 hrs hasta las 08:00 am en este se haya la demanda base del edificio, encontrándose en un intervalo que va de los 16 kW como demanda mínima hasta los 48 kW de demanda máxima, el otro horario va de las 08:05 am hasta las 20:00 pm y en este horario se haya la demanda intermedia y varia de los 18 kW hasta los 51 kW, y el último horario que es de las 20:05 pm hasta las 23:55 pm, aquí hay una disminución de la demanda que va de los 58 kW hasta 18 kW. Este comportamiento se puede ver en la gráfica 16 de demanda total.

El fin de semana no hay labores en el edificio, la demanda se mantuvo en un intervalo mínimo de 18 kW y el máximo de 29 kW. Este comportamiento se encuentra dentro del rango de la demanda base de los días hábiles.

Gráfica 15 Inmueble 3: Demanda Total



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

Ahora se analizará un día hábil, para realizar este análisis se tomó el día miércoles, que es en donde se tuvo la demanda máxima en el edificio, dando como resultado los siguientes datos: de las 00:00 hasta la 08:10 hrs la demanda eléctrica del edificio está en un intervalo de 17 kW hasta 30 kW en este horario no hay actividades en el edificio, a partir de las 08:15 que es la hora en donde se empiezan las actividades dentro del edificio hasta las 20:00 hrs la demanda se incrementa y varía de los 24 kW hasta los 47 kW, después de las 20:05 a las 00:00 hrs, se mantiene y en este caso hay un incremento debido a la remodelación del edificio que va desde los 42 kW hasta los 58 kW.

La demanda mínima de 16 kW que se obtuvo con respecto a la demanda máxima de 58 kW representa del 28% este porcentaje principalmente representa al sistema de iluminación nocturna y algunas cargas que se quedan conectadas. Por otra parte, los 58 kW de demanda máxima con respecto a la demanda contratada de 137 kW representan el 43%, por lo que el edificio no está demandando toda la carga posible.

Ahora se analizará la demanda de un día hábil de acuerdo a los horarios de la tarifa HM de CFE y se presenta en la tabla 15.

Tabla 15 Inmueble 3: Comportamiento de la demanda eléctrica

| Horarios | Comportamiento de la demanda eléctrica |
|-----------------|--|
| 00:00 – 06:00 h | Horario de demanda base. La demanda se mantiene variando entre 18 kW y 30 kW, con un promedio de demanda de 22 kW. |
| 06:00 – 20:00 h | Horario de demanda intermedia. La demanda en este horario se encuentra en un intervalo entre 17 kW y 47 kW, con un promedio de 37 kW, dentro de esta clasificación de la demanda intermedia se encontraron dos variaciones las cuales se describen a continuación: de las 06:00 hrs hasta las 08:30 hrs se mantiene en un promedio de 21 kW, después de las 08:35 horas se incrementa debido al inicio de actividades dentro del edificio manteniéndose así hasta las 20:00 hrs con un promedio de demanda de 39 kW. |
| 20:00 – 22:00 h | Horario de demanda punta. La demanda se mantiene en un valor estable promedio de 49 kW es decir, la demanda base. Debido al sistema de iluminación nocturno principalmente, y algunas cargas que se quedan conectadas. Este incremento de demanda puede deberse a la remodelación del edificio en donde se quedan a trabajar hasta tarde. |
| 22:00 – 24:00 h | Horario de demanda intermedia. La demanda se mantiene en valores alrededor de los 47 kW hasta las 00:00 hrs. |

Fuente: Elaboración Propia. Análisis de los datos del analizador de redes (mediciones).

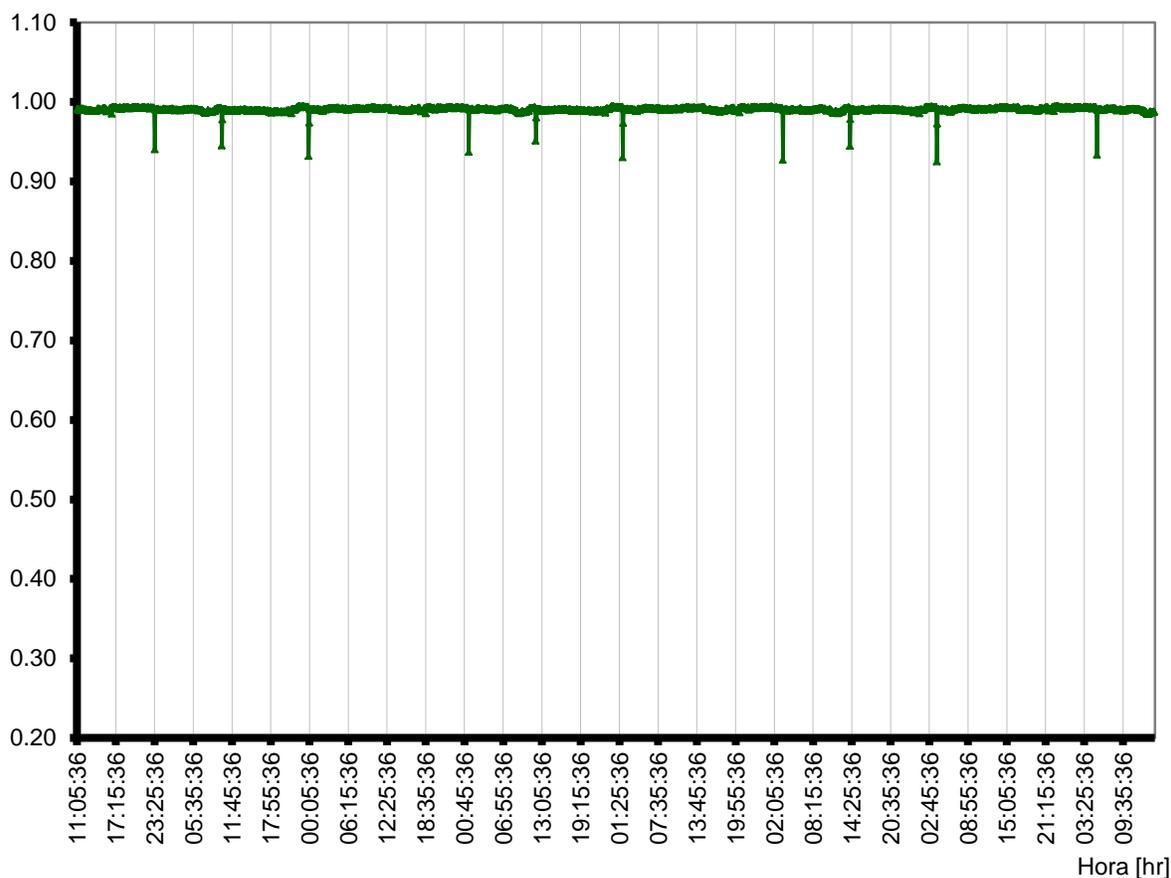
Del monitoreo que se realizó durante toda la semana, se obtuvo el consumo de energía.

Desde que se conecta y se programa el analizador de redes este empieza a medir el consumo que se está teniendo en el edificio, el consumo obtenido durante toda la semana de monitoreo fue de 5,180 kWh. Ver Anexo 2 Gráficas de consumo de energía, en la cual se muestra el comportamiento del consumo durante el monitoreo.

Teniendo el consumo semanal ahora podemos obtener el consumo mensual estimado suponiendo que el comportamiento de consumo sea el mismo, multiplicamos el consumo semanal por las cuatros semanas dándonos como resultado 20,718 kWh estimados mensuales, que a su vez checando con los datos de facturación de la tabla 14 este valor está dentro del rango de consumo, ya que en el mes de Junio se tuvo un consumo similar al estimado.

CFE determina que el factor de potencia debe ser mayor a 90% para que haya una bonificación en la facturación de la energía eléctrica y si es menor a 90% hay una penalización. En el monitoreo se detectó un mínimo de 92.5% y un máximo de 99.4%, con un promedio de 92.5% similar al promedio mensual de la facturación, lo que representa una bonificación en la facturación eléctrica, además de que se está aprovechando correctamente la energía eléctrica. En la gráfica 17 se puede ver el comportamiento del factor de potencia.

Gráfica 16 Inmueble 3: Factor de Potencia



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

La variación de voltaje de acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, menciona que puede haber una variación de voltaje de $\pm 10\%$ del voltaje y puede encontrarse entre el siguiente rango de 114.3 hasta 139.7 volts respecto al nominal 127 volts, dentro del monitoreo encontramos que la fase A tiene un máximo de 0.51%, la fase B de 0.34% y la fase C de 0.60%, por lo anterior se muestra que el sistema no presenta desbalanceo con respecto a la variación de voltaje del edificio.

La variación de corriente de acuerdo a norma ANSI C50.41.4.2 el desbalance mínimo puede ser de 1% hasta 5% en el punto de acometida, en el monitoreo encontramos que los máximos de la fase A es de 46%, fase B de 47% y la fase C de 50%, y se observa que en las tres fases los valores máximos se encuentran por arriba del valor permitido.

El desbalance en corriente genera corrientes en el neutro y calentamientos de los conductores deteriorando el aislamiento de éstos, además que reduce la vida útil del transformador.

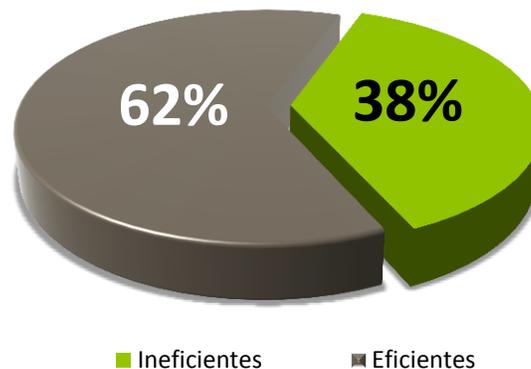
La recopilación de información como se menciona en el capítulo 3, es de suma importancia debido a que se cuenta con el inventario de equipo que se tiene en el inmueble. A continuación se describe este punto en forma de resumen.

4.3.3 Censo

Dentro del edificio se encuentra los siguientes sistemas de uso final: motores, bombas, aparatos electrónicos e iluminación interior. Siendo el último el que se analiza con mayor profundidad.

El edificio 3 cuenta con un total de luminarios instalados 560 de las cuales se clasifican en eficientes e ineficientes, dando como resultado la gráfica 18.

Gráfica 17 Inmueble 3: Tipo de tecnología



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en el inmueble 3.

Como se puede ver en la gráfica 18, del total de luminarios localizadas en el inmueble 349 son eficientes, que representan el 62% del total y principalmente son: lámparas fluorescentes compactas, lámparas fluorescentes T5 y T8 de las cuales como se mostró el capítulo 2 este tipo de lámparas usan un balastro electrónico, por el otro lado, se encuentran las ineficientes con 211 luminarias y representan el 38% del total de las luminarias y son incandescentes, dicroicas, así como también las lámparas fluorescentes T12 las cuales usan un balastro electromagnético (convencional).

El consumo en el sistema de iluminación se estimó en 8,928 (kWh/mes) y representa el 38.8% de todo el consumo promedio mensual de facturación que es de 22,999 kWh.

La tecnología ineficiente representa el 61% del consumo del estimado en el sistema de iluminación con 5,439 (kWh/mes). Mientras que la tecnología eficiente representa el 39% con 3,489 (kWh/mes).

De lo anterior se puede observar que hay un alto potencial de ahorro de energía en el sistema de iluminación el cual representa el 61%. Esto se analizará mejor en el siguiente capítulo a detalle con la sustitución de luminarios más eficientes.

4.4 Inmueble 4

El inmueble 4, cuenta con 3,000 metros cuadrados estimados, la energía eléctrica se factura en tarifa 2, presenta un consumo promedio mensual de 3,592 kWh, una demanda de energía eléctrica máxima de 33 kW, y dentro de los usos finales, el sistema de iluminación cuenta con 72% de tecnología eficiente y 28% de tecnología ineficiente, un índice de consumo de energía eléctrica de 16 (kWh/m²-año), todo esto se menciona a detalle a continuación. Empezando con la facturación de energía eléctrica del edificio.

4.4.1 Facturación

En el capítulo 3, se mencionó uno de los pasos en la metodología que es la recopilación de información, la cual incluye la facturación, en esta parte se describe y analiza. Se debe mencionar que los datos expuestos en esta parte se tomaron con un sólo recibo de facturación, tomándose los históricos que vienen en el mismo, arrojado los siguientes resultados que se muestran en la tabla 16.

Tabla 16 Inmueble 4: Datos históricos de la factura eléctrica

| Año | Mes | Consumo Mensual (kWh) | Precio Medio (\$/kWh) | Facturación Mensual (\$) |
|----------|-----|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 2011 | May | 1,527 | 2.7240 | \$4,160 |
| 2011 | Jun | 1,437 | 2.7857 | \$4,003 |
| 2011 | Jul | 1,471 | 2.6053 | \$3,832 |
| 2011 | Ago | 2,185 | 2.7752 | \$6,064 |
| 2011 | Sep | 4,135 | 2.8105 | \$11,621 |
| 2011 | Oct | 5,352 | 2.8225 | \$15,106 |
| 2011 | Nov | 4,619 | 2.6745 | \$12,354 |
| 2011 | Dic | 3,948 | 2.9475 | \$11,637 |
| 2011 | Ene | 4,566 | 2.9694 | \$13,558 |
| 2012 | Feb | 5,661 | 2.9793 | \$16,866 |
| 2012 | Mar | 4,725 | 2.9067 | \$13,734 |
| 2012 | Abr | 2,084 | 2.8796 | \$6,001 |
| 2012 | May | 4,984 | 2.8946 | \$14,427 |
| Promedio | | 3,592 | 2.8288 | \$10,259 |

Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

En la tabla 16, podemos observar el consumo mensual, obteniéndose un promedio mensual de 3,592 kWh. En este caso no se presenta en el recibo el factor de potencia y el factor de carga para este tipo de tarifa.

Otra de las cuestiones es la obtención del índice de consumo de energía eléctrica, que es la relación entre el consumo total de energía eléctrica facturada en un año y la superficie construida, para este caso, la energía facturada en el año es de 46,694 (kWh/año), teniendo los metros cuadrados del inmueble estimados en 3,000 m², el índice nos da de 16 (kWh/m²-año). La importancia de los índices energéticos es que son parámetros de referencia que permiten realizar comparaciones en instalaciones de usos iguales de la energía.

En el centro del país el índice máximo de consumo de energía eléctrica (IMCEE) en inmuebles de uso de oficinas sin aire acondicionado es de 60³⁷ (kWh/m²-año), para nuestro estudio se encuentra por debajo un 74% con respecto al máximo, lo que indica que el IMCEE está dentro del rango establecido y se tiene un buen uso de la energía eléctrica. Para mayor detalle de los índices máximos de la república mexicana y su región ver la Tabla 3 Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de la Administración Pública Federal (APF) de los anexos.

A continuación se muestra la gráfica 19 de consumo mensual del inmueble 4:

Gráfica 18 Inmueble 4: Consumo Mensual (kWh)



Fuente: Elaboración Propia. Resumen histórico anual de facturación (recibo CFE).

En la gráfica 19, se puede observar que en el mes de Septiembre hasta el mes de Marzo hay incrementos importantes dentro de la facturación que van desde el 9% hasta el 57% más, debido a que este inmueble es de los más representativos del estado, y en las fechas importantes de esos meses, la decoración y el alumbrado es la principal causa del incremento del consumo de energía eléctrica, ya que nos comentaron que se dejan encendidos los focos toda la noche y gran parte del día.

Dentro de la metodología para la realización de un diagnóstico como se mencionó en el capítulo 3, la realización de mediciones puntuales permiten conocer los consumos y comportamientos que se tienen en el inmueble, a continuación se describen y analizan.

³⁷ Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal, 2010.

4.4.2 Mediciones

Este apartado se realizó con la ayuda de un analizador de redes, el cual fue conectado durante una semana tomando datos cada cinco minutos para poder observar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica que se está teniendo en el edificio, dicho monitoreo arrojó los siguientes datos:

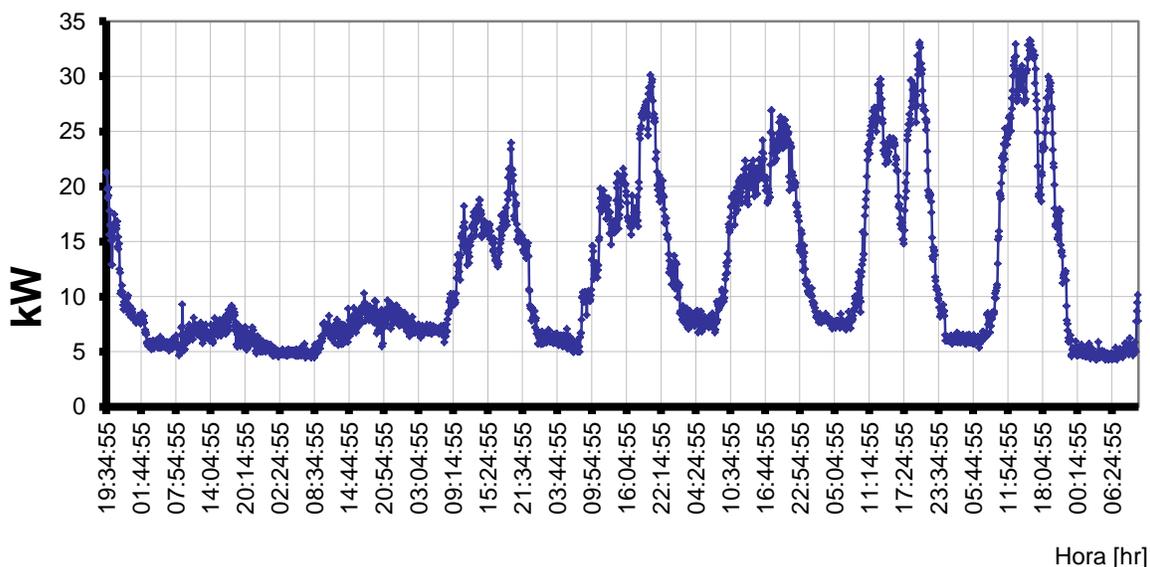
Análisis de la Demanda de energía eléctrica del inmueble 4.

La demanda máxima de energía eléctrica que se tiene en el edificio se presenta el día viernes a las 17:49:00 hrs con 33 kW demostrándose que a esta hora se tiene uso de casi todos los sistema como por ejemplo el equipo eléctrico, motores, bombas, iluminación, etc.; y a lo largo de la semana se encuentra un comportamiento homogéneo en la demanda durante el monitoreo, como se puede observar en la gráfica de demanda y se encuentran tres horarios distintos. A continuación se describen:

El horario de las 00:00 hrs hasta las 10:00 am en este se haya la demanda base del edificio, encontrándose en un intervalo que va de los 4 kW como demanda mínima hasta los 15 kW de demanda máxima, el otro horario va de las 10:05 am hasta las 20:10 pm y en este horario se haya la demanda intermedia y varia de los 5 kW hasta los 33 kW, y el último horario que es de las 20:15 pm hasta las 23:55 pm, aquí hay una disminución de la demanda que va de los 21 kW hasta 5 kW. Este comportamiento se puede ver en la gráfica 20 de demanda total del inmueble.

El fin de semana no hay labores en el edificio, la demanda se mantuvo en un intervalo mínimo de 4 kW y el máximo de 10 kW. Este comportamiento es similar al de la demanda base de los días hábiles.

Gráfica 19 Inmueble 4: Demanda Total



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

Ahora se analizará un día hábil, para realizar este análisis se tomó el día viernes, que es en donde se tuvo la demanda máxima en el edificio, dando como resultado los siguientes datos: de las 00:00 hasta la 10:00 hrs la demanda eléctrica del edificio está en un intervalo de 5 kW hasta 11 kW en este horario no hay actividades en el edificio, a partir de las 10:05 que es la hora en donde se empiezan las actividades dentro del edificio hasta las 22:00 hrs la demanda se incrementa y varía de los 11 kW hasta los 33 kW, después de las 22:05 a las 00:00 hrs, hay una disminución debido al cierre de actividades dentro del edificio que va desde los 12 kW hasta los 5 kW. El comportamiento en la demanda es cíclico con respecto a los demás días con algunas variaciones pequeñas.

La demanda mínima de 4 kW que se obtuvo con respecto a la demanda máxima de 33 kW representa del 13% este porcentaje principalmente representa al sistema de iluminación nocturna y algunas cargas que se quedan conectadas.

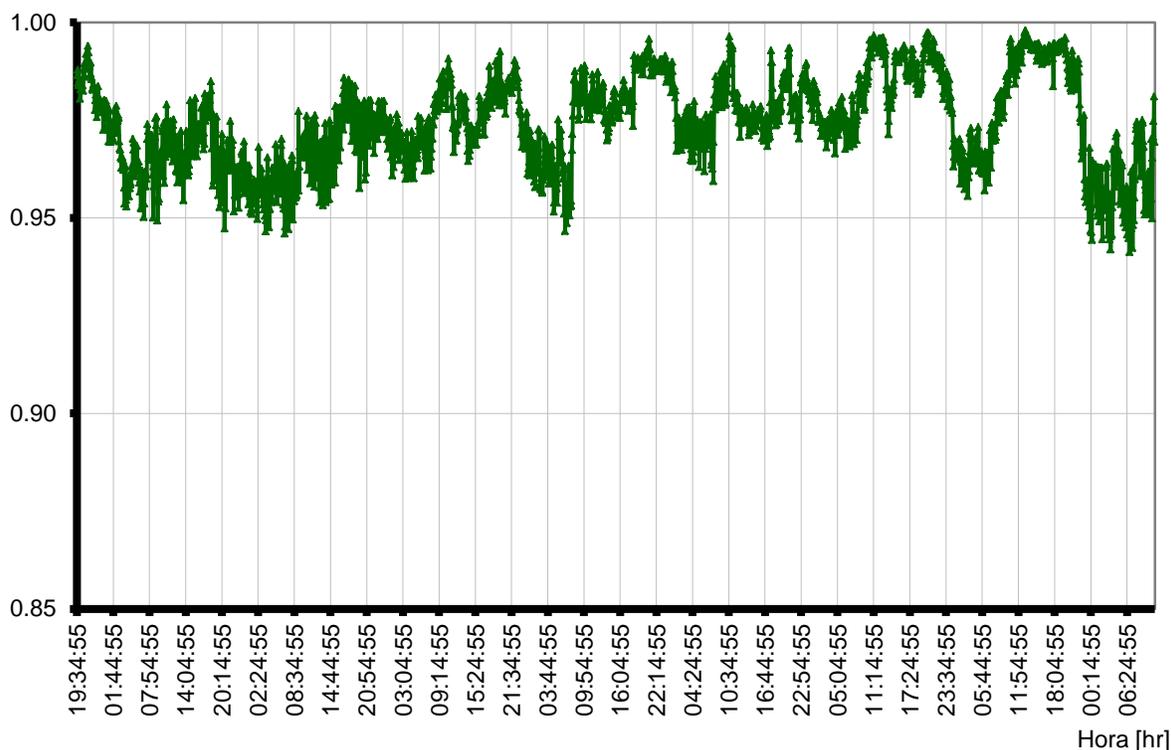
Del monitoreo que se realizó durante toda la semana, se obtuvo el consumo de energía.

Desde que se conecta y se programa el analizador de redes este empieza a medir el consumo que se está teniendo en el edificio, el consumo obtenido durante toda la semana de monitoreo fue de 2,215 kWh. Ver Anexo 2 Gráficas de consumo de energía, en la cual se muestra el comportamiento del consumo durante el monitoreo.

Ahora con este consumo semanal se puede estimar el consumo mensual, suponiendo que durante las cuatro semanas del mes, se tienen el mismo comportamiento de consumo, lo que nos da como resultado de 8,859 kWh estimados, que a su vez checando con los datos de facturación de la tabla 16 este valor está sobrado, lo que representa que no todas las semanas se tiene el mismo consumo o el mismo comportamiento.

CFE determina que el factor de potencia debe ser mayor a 90% para que haya una bonificación en la facturación de la energía eléctrica y si es menor a 90% hay una penalización. En el monitoreo se detectó un mínimo de 94.1% y un máximo de 99.8%, con un promedio de 97.4%, lo que representa que haya una bonificación en la facturación eléctrica, además de que se está aprovechando correctamente la energía eléctrica. Y este se puede ver en la gráfica 21.

Gráfica 20 Inmueble 4: Factor de Potencia



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del analizador de redes (mediciones).

La variación de voltaje de acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, menciona que puede haber una variación de voltaje de $\pm 10\%$ del voltaje y puede encontrarse entre el siguiente rango de 114.3 hasta 139.7 volts respecto al nominal 127 volts, dentro del monitoreo encontramos que la fase A tiene un máximo de 2.23%, la fase B de 2.21% y la fase C de 2.40%, por lo anterior se muestra que el sistema no presenta desbalanceo con respecto a la variación de voltaje del edificio.

La variación de corriente de acuerdo a norma ANSI C50.41.4.2 el desbalance mínimo puede ser de 1% hasta 5% en el punto de acometida, en el monitoreo encontramos que los máximos de la fase A es de 83%, fase B de 91% y la fase C de 92%, y se observa que en las tres fases los valores máximos se encuentran por arriba del valor permitido. El desbalance en corriente genera corrientes en el neutro y calentamientos de los conductores deteriorando el aislamiento de éstos, además que reduce la vida útil del transformador.

La recopilación de información como se menciona en el capítulo 3, es de suma importancia debido a que se cuenta con el inventario de equipo que se tiene en el inmueble. A continuación se describe este punto en forma de resumen.

4.4.3 Censo

Dentro del edificio se encuentra los siguientes sistemas de uso final: motores, bombas, aparatos electrónicos e iluminación interior. Siendo el último el que se analiza con mayor profundidad.

El edificio 4, cuenta con un total de luminarios instalados 369 de las cuales se clasifican en eficientes e ineficientes, dando como resultado la gráfica 22.

Gráfica 21 Inmueble 4: Tipo de tecnología



Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en el inmueble 4.

Como se puede ver en la gráfica 22, del total de luminarios localizadas en el inmueble 264 son eficientes, que representan el 72% del total y principalmente son: lámparas fluorescentes compactas y lámparas fluorescentes T5 de las cuales como se mostró el capítulo 2 este tipo de lámparas usan un balastos electrónico, por el otro lado, se encuentran las ineficientes con 105 luminarias y representan el 28% del total de las luminarias y son incandescentes, halógenas.

El consumo en el sistema de iluminación se estimó en 1,504 (kWh/mes) y representa el 59.8% de todo el consumo promedio mensual de facturación que es de 3,592 kWh.

La tecnología ineficiente representa el 41% del consumo del estimado en el sistema de iluminación con 613 (kWh/mes). Mientras que la tecnología eficiente representa el 59% con 891 (kWh/mes).

De lo anterior se puede observar que hay un potencial de ahorro de energía en el sistema de iluminación el cual representa el 41%. Esto se analizara mejor en el siguiente capítulo a detalle con la sustitución de luminarios más eficientes.

Capítulo 5 Propuesta de programa de sustitución del sistema de iluminación con evaluación técnica y económica

El consumo de grandes volúmenes de energía eléctrica en los edificios no residenciales, demanda de hacer un uso eficiente y una gestión sustentable de esta misma. Por eso la importancia de establecer procesos de mejora continua para fomentar la eficiencia energética en inmuebles mediante la implementación de buenas prácticas, así como la utilización de herramientas de operación, control y seguimiento, que contribuya al uso eficiente de los recursos públicos y a la sustentabilidad.

Para eso es necesario llevar a cabo medidas de ahorro de energía que fomenten este tipo de procesos los cuales pueden ser por medio de inversión las cuales se identifican dos tipos, las de sustitución (Retrofit) y las tecnológicas:

Las medidas de sustitución (Retrofit) que es una técnica de renovación o el cambio de equipos ineficientes u obsoletos por equipos más eficientes o nuevos realizando las mínimas modificaciones en lo existente.

Las medidas tecnológicas son en las cuales se realizan el cambio, modificando todo el equipo o el sistema reemplazando los equipos viejos o ineficientes por equipos mucho más eficientes y de mejor tecnología que las instaladas.

Para esto se llevará a cabo un análisis de prefactibilidad para comprobar si es viable las propuestas de estas medidas que se pretenden llevar a cabo en la sustitución de lámparas en edificios no residenciales.

Por último se proponen tres programas para realizar la sustitución de lámparas en los inmuebles.

La primera propuesta de los programas se menciona la realización de la sustitución de lámparas y balastos en una sola etapa, todos los inmuebles. En la segunda propuesta se menciona la realización de la sustitución de lámparas por inmueble en este caso se realizará el inmueble que tenga mayores ahorros económicos y sea el más rentable, y así, sucesivamente hasta el de menor ahorro. Y la última es por mantenimiento en este caso se realizará conforme sea requerido el cambio o la sustitución de las lámparas.

5.1 Descripción de la sustitución de lámparas en todos los edificios

5.1.1 Situación actual

Una de las cuestiones que se toman en cuenta es la obtención de las diferentes tecnologías que se encontraron instaladas en los inmuebles, y a pesar de que ya se mencionaron en el capítulo 4 es importante recalcar las encontradas y las que se cambiarán por tecnologías nuevas y eficientes en el capítulo 3, se mencionó la identificación y medidas de ahorro de energía y en este apartado se muestra. En la tabla 17, se muestra un resumen.

Tabla 17 Situación Actual

| Inmueble | Tipo | | Total |
|----------|----------------|---------------|-------|
| | Incandescentes | Fluorescentes | |
| 1 | 103 | 583 | 686 |
| 2 | 164 | 262 | 426 |
| 3 | 185 | 26 | 211 |
| 4 | 105 | 0 | 105 |
| Total | 557 | 871 | 1,428 |

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en los inmuebles.

El total de luminarias encontradas en los cuatro inmuebles es de 1,428 luminarios ineficientes que representan el 48% de las luminarias del total, de las cuales podemos encontrar lámparas incandescentes, dicróicas y lámparas fluorescentes tipo T12 éstas últimas con su respectivo balastro electromagnético que son balastos ineficientes y de gran consumo de energía eléctrica.

5.1.2 Propuesta de situación posterior

La sustitución de lámparas se realizará uno a uno por lámparas más eficientes por ejemplo lámparas fluorescentes compactas y lámparas fluorescentes T8 y T5 con balastos electrónicos ahorradores de energía eléctrica. Y se presenta en la tabla 18.

Tabla 18 Propuesta de situación posterior

| Inmueble | Tipo | | Total |
|----------|-------|---------------|-------|
| | LFC's | Fluorescentes | |
| 1 | 103 | 583 | 686 |
| 2 | 164 | 262 | 426 |
| 3 | 185 | 26 | 211 |
| 4 | 105 | 0 | 105 |
| Total | 557 | 871 | 1,428 |

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en los inmuebles.

Con esto se pretende que haya resultados positivos en el ahorro de energía, consecuentemente habrá un ahorros económicos.

5.2 Tabla resumen de los ahorros económicos y energéticos por edificio

Los cálculos de los costos de los energéticos se mencionaron en el capítulo 3 de la metodología, como un paso a seguir y en este punto se describe con mayor detalle.

Inversión del proyecto.

La inversión del proyecto incluye sólo el costo de las lámparas, balastos y el cambio de bases. No se toman en cuenta el costo de la instalación y retiro de lámparas a sustituir, también es importante mencionar que no se toma en cuenta el costo del luminario en caso de que se realice un cambio de tecnología.

Se realizó un análisis económico y energético el cual arrojó los siguientes resultados mostrados en la tabla 19.

Tabla 19 Resumen de Ahorros

| Descripción | Ahorros | | | Inversión | Vida útil | *TSR |
|--------------|------------|----------------|----------------|----------------|-----------|------------|
| | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | kW/mensual | kWh/anual | \$/anual | \$ | Años | Años |
| Inmueble 1 | 43 | 119,014 | 191,654 | 321,710 | 7 | 2 |
| Inmueble 2 | 31 | 88,036 | 182,724 | 244,350 | 6 | 1 |
| Inmueble 3 | 10 | 41,730 | 70,029 | 23,660 | 14 | 0.3 |
| Inmueble 4 | 4 | 5,938 | 16,798 | 4,650 | 7 | 0.3 |
| Total | 88 | 254,717 | 461,205 | 594,370 | 9 | 1.3 |

* Tiempo simple de recuperación (TSR)

Fuente: Elaboración Propia. Resumen de los ahorros calculados del análisis en todos los inmuebles.

De la tabla 19, se presentan los resultados del análisis que se hizo con cada uno de los inmuebles. Dando que el ahorro en la demanda por los cuatro inmuebles es de 88 kW/ anual, un ahorro en el consumo de energía eléctrica de 254,717 kWh/anual, un ahorro económico de 461,205 \$/anual, la cual tendrá una inversión de \$594,370, una tiempo simple de recuperación de 1.3 años y una vida útil promedio del proyecto de nueve años.

Los ahorros económicos que se obtuvieron en el trabajo dependen del consumo y del costo de energía eléctrica en el sistema de iluminación de cada inmueble, debido a que no todos inmuebles facturan con la misma tarifa, por lo tanto el costo de la energía varía, además de que se tomó el costo promedio de un año de facturación.

5.3 Análisis de prefactibilidad económica (Indicadores de rentabilidad)

Con el propósito de determinar la rentabilidad y viabilidad de un proyecto se deberá realizar un estudio a profundizar con información más detallada del estudio, la tecnología que se empleará y la rentabilidad del proyecto en el análisis de alternativas planteadas, como se mencionó en el capítulo 3, con la evaluación económica de medidas.

5.3.1 Tasa de descuento³⁸

La tasa social de descuento que se usó en la evaluación socioeconómica es de 12% anual en términos reales, de acuerdo a los lineamientos para la elaboración de proyectos de inversión, esta es la tasa que se usa para los proyectos de inversión y los presenta hacienda.

5.3.2 Vida útil (Vida del proyecto)

La obtención de vida útil de cada proyecto se basa en el uso promedio del sistema de iluminación y depende también de las horas útiles de cada tipo de tecnología de las lámparas por eso encontramos en los resúmenes de ahorros que cada inmueble tiene distintos años de vida útil, ya que en cada inmueble tiene distintas horas de uso.

Para el inmueble 1, se obtuvieron 7 años de vida útil, en el inmueble 2 se obtiene una vida de 6 años, 14 años de vida útil en el inmueble 3 y 7 años en el inmueble 4. Y el promedio de estos nos da como resultado 9 años.

5.3.3 Valor presente neto (VNP)³⁹

Es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social (tasa de descuento). Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa de descuento para su comparación en un punto en el tiempo o en el presente. Si el resultado del VPN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos y por lo tanto es viable el proyecto. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios y no es viable el proyecto.

³⁸ Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo beneficio de los programas y proyectos de inversión. www.hacienda.gob.mx; pág. 10

³⁹ Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo beneficio de los programas y proyectos de inversión. www.hacienda.gob.mx; pág. 10

El valor presente neto, obtenido de este trabajo es de \$ 1, 863,044, el cual obtuvo con la inversión de \$594,370 y los ahorros anuales de \$461,205 a lo largo de la vida del proyecto que es de nueve años, con una tasa de descuento del 12 por ciento. Al ser positivo y mayor de cero este valor se puede considerar el proyecto como viable.

5.3.4 Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un proyecto de inversión, es igual a cero contra una tasa de retorno deseada. Para aceptar el proyecto propuesto de acuerdo a la TIR debe ser mayor que la tasa de descuento, de lo contrario, si es menor a la tasa de descuento no se acepta y no por lo tanto no es viable.

La tasa interna de retorno, que se obtuvo en el trabajo es de 77%, lo que nos demuestra que es mayor que la tasa de descuento 12%, por lo tanto el proyecto es viable, para la obtención de la TIR se utilizó la inversión y los ahorros anuales del proyecto.

5.3.5 Relación Beneficio-Costo (B/C)

La relación beneficio-costo tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los beneficios esperados contra los costos o inversión. La regla de decisión es si la relación B/C es mayor que uno se acepta el proyecto, pero si la relación B/C es menor que uno se rechaza y no es viable el proyecto.

La obtención de este parámetro fue la relación del valor presente neto que es de \$ 1, 863,044 sobre la inversión que es de \$ 594,370, y esta relación no da como resultado 3, por lo que se concluye que el proyecto es viable.

5.3.6 Tiempo simple de recuperación (TSR)

Es una medida de la rapidez con que el proyecto reembolsará el desembolso original de la inversión. Los proyectos de inversión que ofrezcan un periodo de recuperación inferior a la vida del proyecto se aceptará, y si por el contrario es mayor a la vida del proyecto se rechazará.

El periodo de recuperación simple que se obtuvo en el trabajo se realizó con los ahorros anuales y la inversión del proyecto dando como resultado de 1.3 años, y la vida del proyecto es de nueve años, por lo tanto se debe aceptar la propuesta del proyecto debido a que el TSR es menor a la del proyecto.

En la tabla 20, se presenta un resumen de los indicadores antes mencionados.

Tabla 20 Resumen de Indicadores de Rentabilidad

| Descripción | Inversión | VPN | TIR | B/C | Vida Útil | *TSR |
|---------------------|-----------|-----------|-----|-------|-----------|------|
| | \$ | \$ | % | veces | Años | Años |
| Todos los inmuebles | 594,370 | 1,863,044 | 77% | 3 | 9 | 1.3 |

Fuente: Elaboración Propia. Análisis de los indicadores de rentabilidad todos los edificios.

La tabla 20, nos muestra la inversión que es requerida para este proyecto que es de \$ 594,370, con un valor presente neto de \$ 1, 696,729, una relación beneficio-costos de tres, una tasa interna de retorno de 77%, una vida útil promedio del proyecto de 9 años y con un tiempo simple de recuperación de 1,3 años.

Con esto se demuestra que el proyecto de la sustitución de lámparas en edificios no residenciales es viable, gracias al estudio económico que se realizó, de los cuales podemos decir que muestran un comportamiento positivo para la aceptación de este.

Por último también se analizó individualmente cada inmueble con sus respectivos indicadores los cuales se muestran en la tabla 21.

Tabla 21 Resumen Individual de los Indicadores de Rentabilidad

| Descripción | Inversión | VPN | TIR | B/C | Vida Útil | *TSR |
|-------------|-----------|---------|------|-------|-----------|------|
| | \$ | \$ | % | veces | Años | Años |
| Inmueble 1 | 312,940 | 555,627 | 59% | 2 | 7 | 1.6 |
| Inmueble 2 | 217,550 | 518,636 | 81% | 2 | 6 | 1.2 |
| Inmueble 3 | 23,660 | 395,383 | 286% | 6 | 14 | 0.3 |
| Inmueble 4 | 4,650 | 69,731 | 361% | 10 | 7 | 0.3 |

Fuente: Elaboración Propia. Análisis de los indicadores de rentabilidad todos los edificios.

Cada inmueble presenta resultados distintos, debido a que las condiciones y la cantidad de lámparas a sustituir son diferentes. Por eso la diferencia en los indicadores de rentabilidad y en la vida útil como antes se mencionó.

5.4 Establecimiento de un programa de actividades

La obtención de los resultados anteriores mostrados en las tablas 20 y 21 nos da pie a proponer programas para la realización del proyecto en la sustitución de lámparas en los edificios no residenciales, en el capítulo 3, se mencionó el plan de mejoras después de realizar el análisis y en esta parte se proponen los programas.

5.4.1 Primer propuesta del programa de sustitución del sistema de iluminación en conjunto de todos los inmuebles

La primer propuesta de los programas es que se realice la sustitución de lámparas en conjunto, o sea, todos los inmuebles, pero con la diferencia de que se realice primero el cambio de las tecnologías con mayor consumo de energía eléctrica, la cual consiste en la tecnología de lámparas fluorescentes tipo de T12 con balastos electromagnéticos este tipo de tecnología se cambiará por lámparas fluorescentes T8 con balastos electrónicos ahorradores de energía. Y en algunos casos hasta cambiar por lámparas fluorescentes tipo T5.

Después de cambiar este tipo de tecnología pasar a la siguiente tecnología que son las incandescentes que toman el segundo lugar en el consumo de energía eléctrica dentro de los edificios que se analizaron, las cuales se hará el cambio por lámparas fluorescentes compactas (LFC's).

En la tabla 22, se muestra la cantidad de lámparas a sustituir.

Tabla 22 Cantidad y Tipo de Lámparas a Sustituir

| | |
|----------------|-------|
| Fluorescentes | 871 |
| Incandescentes | 557 |
| Total | 1,428 |

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos del levantamiento de luminarios en los inmuebles.

Después de haber mencionado que tipo de tecnologías se sustituirá primero, mencionaremos que inmueble debe ser el primero en empezar la sustitución. En la tabla 17, la cantidad de luminarias que presenta que el inmueble 1 es la mayor cantidad de luminarias con 686, además de que es el inmueble con mayores ahorros económicos y energéticos. A este edificio se le dará un tiempo de 90 días para llevar a cabo la sustitución.

El inmueble 2, cuenta con 426 luminarias, por lo tanto, es el siguiente edificio a sustituir y empezará 28 días después de haber empezado el inmueble 1, a este inmueble se le da un tiempo máximo de 60 días para que se lleve a cabo.

El inmueble 3, empezará igual 28 días después del inmueble 2, ya que este cuenta con 211 luminarias y tendrá un tiempo para que se realice la sustitución de 30 días.

Por último, se tiene el inmueble 4, con 105 luminarias de las cuales todas son incandescentes y la sustitución se realizará en 6 días.

La propuesta de que se realice cada 28 días el inicio de la sustitución de las lámparas por cada inmuebles, es por la siguiente razón, se pretende que se trabaje después de terminar la jornada laboral en las oficinas, después de las 20:00 hrs hasta las 00:00 hrs, esto es para no perjudicar ni interrumpir las actividades de los oficinistas, también de que como en los fines de semana no hay labores en los edificios, solo se pretende trabajar de lunes a viernes.

Una de las cuestiones que es importante mencionar es que si se trabaja en la noche, la inversión del proyecto aumentará debido a que en la noche el salario del trabajador aumenta. Pero solo como comentario, ya que en la inversión no se toma en cuenta la instalación ni el retiro de las lámparas.

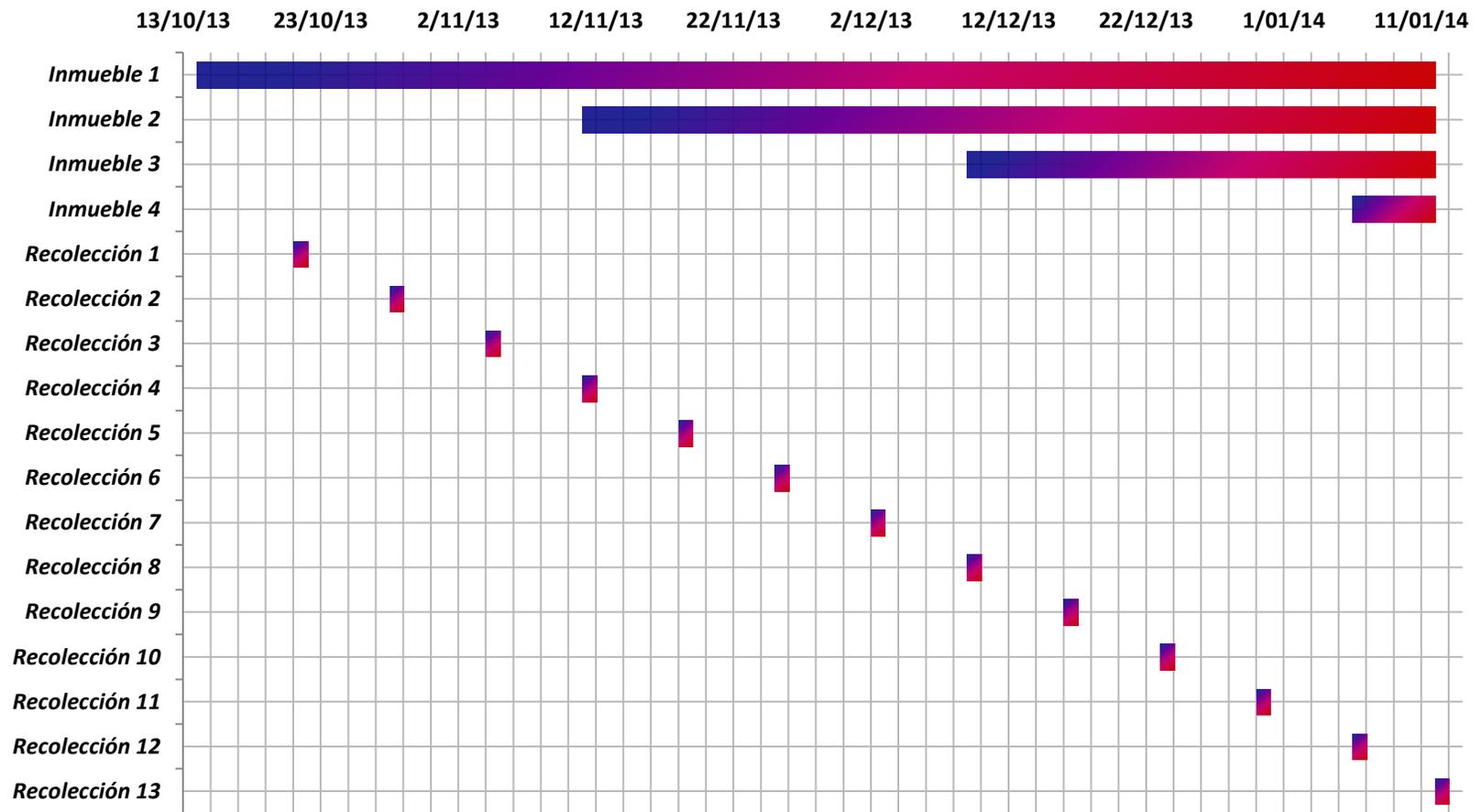
Al realizar la sustitución de lámparas fluorescentes se debe contar con un control del manejo ya que este tipo de lámparas contiene material pesado como mercurio y vapor de argón que debe ser tratado como material peligroso, el cual puede provocar efecto sobre el cuerpo humano, al romperse el tubo se liberan vapores de mercurio los cuales pueden ser nocivos para la salud afectando el sistema nervioso central.

Por eso la importancia del buen manejo de los residuos de lámparas fluorescentes, para ello es importante saber quiénes son los encargados de hacer esto, en México hay cierto tipo de empresas recicladoras que se dedican a esto. Ver Anexo 7, Empresas Recicladoras en México.

La recolección de las lámparas se hará cada 15 días después de haber iniciado el proyecto y así sucesivamente hasta acabar con la sustitución de lámpara en todos los inmuebles. En total se harán 13 recolecciones de las lámparas sustituidas y balastos.

El tiempo máximo para poder llevar a cabo este proyecto es de tres meses y para observar la planeación del programa en el diagrama 1.

Diagrama 1 Primer propuesta de programa



Elaboración Propia

5.4.2 Segunda propuesta del programa de sustitución de lámparas de mayor a menor inversión y ahorros

Al igual que el anterior programa se realizará la sustitución de lámparas conforme al tipo de tecnologías que consumen mayor energía eléctrica que son las lámparas fluorescentes tipo T12 con balastro electromagnético por lámparas fluorescentes tipo T8 con balastos electrónicos ahorradores de energía. Después la tecnología de las incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.

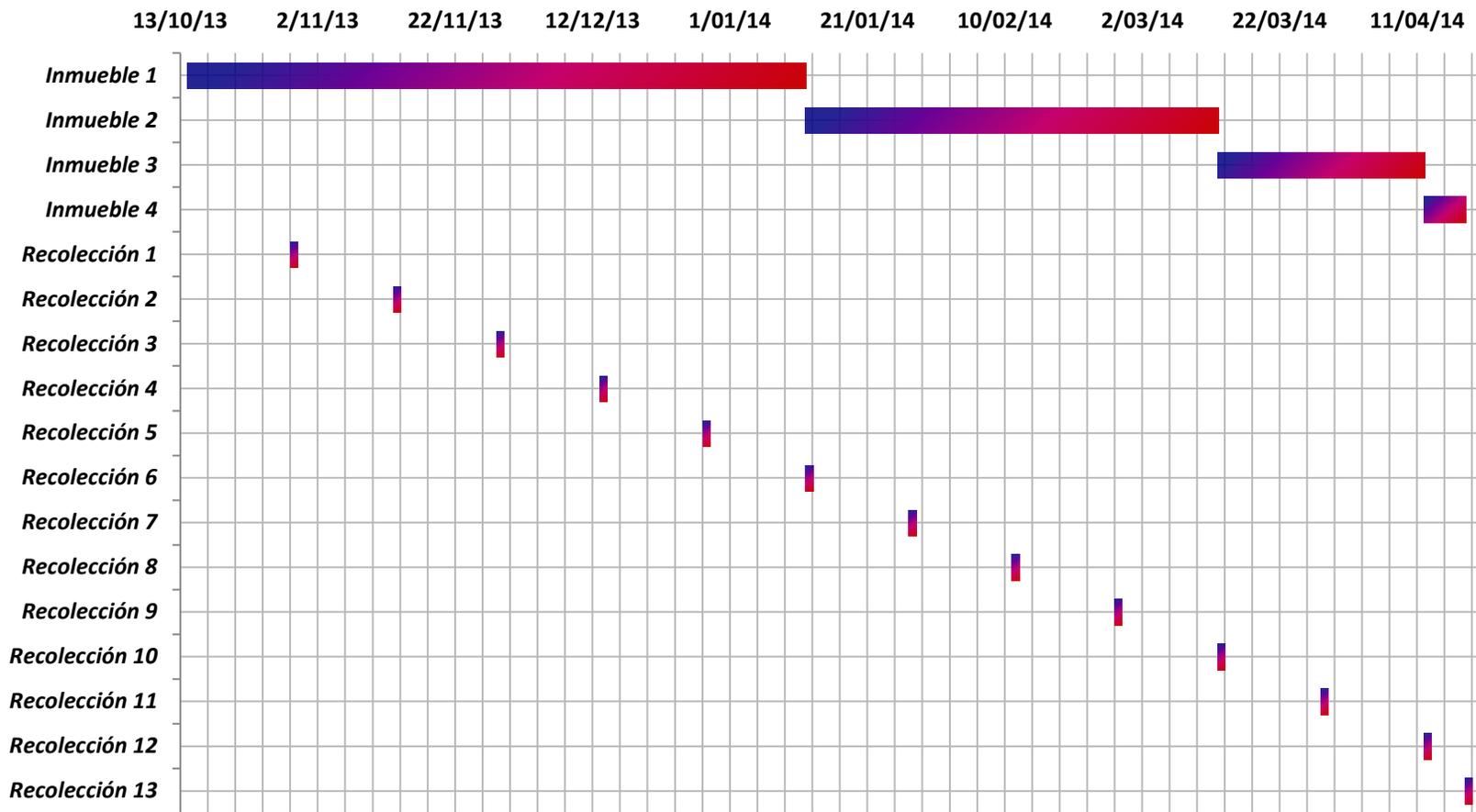
En este caso la realización se llevara a cabo por inmueble y conforme al que tenga mayores ahorros económicos, energéticos y de mayor inversión. O por el contrario, también se proponen que se hagan las de mayor TIR, B/C más alto y Tasa simple de retorno más baja.

El inmueble 1, el cual consta de 686 luminarias y tienen una inversión de \$321,710 con ahorros económicos anuales de \$191,654, es el primer edificio que se realizará y su tiempo de sustitución de lámparas se tendrá que llevar a cabo en 90 días. Después de terminar el inmueble 1 se procederá a realizar el inmueble 2 el cual cuenta con 426 luminarias y tiene una inversión de \$244,350 con ahorros anuales de \$182, 724 a este edificio se le dará un tiempo de 60 días, después el inmueble 3 que cuenta con 211 luminarias y tiene una inversión de \$23,660 y ahorros anuales de \$41,730 con un tiempo de 30 días, por último se realizará el inmueble 4 el cual cuenta con 105 luminarias con una inversión de \$4,650 y ahorros anuales de \$16,798 este último se realizara en 6 días por contar con sólo lámparas incandescentes.

Esta propuesta de programa tardará más tiempo aproximadamente 6 meses, debido que se tiene que terminar de sustituir las lámparas de cada inmueble para poder seguir con otro y así sucesivamente. En el diagrama 2, se puede observar esto.

La recolección de lámparas y balastos sustituidos se realiza igual cada 15 días en cada inmueble y en total se tiene 13 recolecciones.

Diagrama 2 Segunda propuesta de programa



Elaboración Propia

5.4.3 Tercer propuesta del programa de sustitución por medio de mantenimiento

En este caso la sustitución de lámparas que se propone es por medio del mantenimiento que tiene cada inmueble, dicho de otra manera, que cuando se requiera cambiar una lámpara se hará por una tecnología más eficiente de acuerdo a lo planteado a las fichas técnicas de este trabajo. Esto llevará más tiempo en la sustitución de las lámparas ineficientes totales del edificio y por lo tanto el ahorro energético y económico se hará más largo y en algunos casos no se notarán los ahorros económicos y energéticos.

Conclusiones

En el presente trabajo, se analizó la información obtenida del levantamiento de luminarias que se realizó en los cuatro inmuebles destinados a uso exclusivo para oficinas ubicados en el estado de Puebla, obteniéndose los indicadores de Densidad de Potencia de Energía para Alumbrado (DPEA) y los indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) que se presentan en la tabla 23.

Tabla 23 Resumen de los indicadores actuales y propuestos

| | Actual | | Propuesta | |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | ICEE [kWh/m ² –año] | DPEA [W/m ²] | ICEE [kWh/m ² –año] | DPEA [W/m ²] |
| Inmueble 1 | 76 | 8.4 | 69 | 6.1 |
| Inmueble 2 | 21 | 5.3 | 12 | 2.8 |
| Inmueble 3 | 63 | 6.1 | 53 | 4 |
| Inmueble 4 | 16 | 7 | 13 | 5.5 |

Fuente: Elaboración Propia. Resumen de la base de datos del levantamiento.

Los inmuebles 1 y 3, presentan indicadores que están por arriba de lo establecido al Programa de Administración Pública Federal (APF) que se mencionó en el capítulo 1, en los programas de ahorro de energía en el sector comercial, la propuesta de los indicadores se realizó con el análisis de sustitución de lámparas y se observa que estos indicadores bajan pero no todos a lo indicado por el programa.

Para llegar a lo establecido por el programa con respecto a los indicadores es necesario realizar un diagnóstico energético integral el cual nos muestra los sistemas que consumen energía dentro del inmueble y los sistemas pueden ser: motores, elevadores, aparatos electrónicos e iluminación. Con el diagnóstico energético se encuentran ahorros potenciales en estos sistemas y así cumplir con lo establecido por el programa.

Por otro lado, los indicadores de densidad de potencia eléctrica para el alumbrado en todos los inmuebles están por debajo a lo que establece la NOM-007-ENER-2004, lo que indica que están cumpliendo con la norma pero no necesariamente cumple con los requerimientos de los usuarios. Ver anexo 4, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, Tabla 1. Para esto se tiene que verificar la norma NOM-025-STPS-2008, la cual establece la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, esto con el fin de identificar las áreas donde exista una iluminación deficiente o en exceso que provoque o impida la realización de las tareas.

Los edificios no residenciales que son destinados al uso de oficinas presentan un potencial de ahorro de energía eléctrica, en el sistema de iluminación, como se puede observar en los resultados obtenidos en este trabajo, de los cuales se obtuvieron ahorros energéticos y económicos.

El sistema de iluminación, presenta un consumo de energía eléctrica menor comparado con otras áreas u otros sistemas dentro del inmueble, por el contrario, el sistema de iluminación presenta o tiene un mayor potencial de ahorro energético debido a las opciones tecnológicas que están disponibles, además de ser más baratas y tener una recuperación de inversión corta en tiempo.

Las acciones de mejora en edificaciones son significativas y deben realizarse acciones que promueven un uso eficiente de la energía eléctrica que demandan. Por lo tanto es indispensable desarrollar y aplicar normas que fomenten el ahorro de energía.

Como se puede observar en la tabla 20 del capítulo 5, los indicadores de rentabilidad por el conjunto de todos los inmuebles se tiene una inversión de \$594,370, con un valor presente neto de \$ 1, 863,044, una tasa de interna de retorno del 77%, una relación beneficio-costos de 3 veces, una vida útil de 9 años promedio y un tiempo simple de recuperación de 1.3 años. Esto nos demuestra que la propuesta por medio de este programa es viable.

Por el contrario, si se analiza por inmueble, se tiene que analizar conforme a los indicadores que presenten mayor beneficio, como por ejemplo menor tiempo simple de recuperación, mayor tasa interna de retorno, mayor relación beneficio-costos y menor inversión.

En la tabla 24, se muestra los indicadores con este tipo de características y de la cuales podemos mencionar, que el inmueble 3 y 4, son los más indicados, para realizarse, debido a que presentan la mayor TIR, la relación B/C más alta y un tiempo de recuperación simple menor a un año, siguiéndole el inmueble 2 y 1.

De lo anterior y con el análisis se comprueba que las propuestas en caso de llevarse a cabo muestran que son viables y en caso de ponerse en marcha la sustitución de lámparas en los inmuebles no residenciales se tendría ahorros energéticos y económicos.

Recomendaciones

Unos de los requisitos indispensables en la metodología para un diagnóstico energético es contar con los planos arquitectónicos actualizados del inmueble debido a que proporcionan la distribución de todas las áreas que lo componen, se puede conocer los niveles de iluminación con los que se cuentan y la clasificación de áreas como por ejemplo: oficinas, salas, talleres, baños, almacenes, etc. La recomendación es que se deben tener los planos arquitectónicos actualizados del edificio.

Otro de los requisitos para obtener un buen análisis es contar con los diagramas unifilares del edificio, debido a que son muy importantes para el mantenimiento y en su caso ver las fallas del sistema eléctrico, además de servir como control y buen manejo de la red eléctrica. La recomendación es que se cuenten con los diagramas unifilares del inmueble.

Una de las cuestiones también importantes es que se debe realizar una inspección o un análisis al cableado de los inmuebles, ya que hay edificios muy antiguos que pudieran presentar fallas en el cableado como por ejemplo que los calibres no sean adecuados provocando; choques eléctricos, efectos térmicos, sobre corrientes, corriente de fallas y sobretensiones. La recomendación es analizar el cableado de los inmuebles.

Al contar con los planos arquitectónicos actualizados se puede realizar un análisis de las condiciones de iluminación en los centros de trabajo NOM-025-STPS-2008, la cual establece la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, esto con el fin de identificar las áreas donde exista una iluminación deficiente o en exceso que provoque o impida la realización de las tareas del trabajador. La recomendación es realizar un análisis de luxes en cada área del inmueble.

Bibliografía

Guevara de los Santos, Roberto, *El diodo emisor de luz, una alternativa de ahorro de energía en iluminación*, Ingeniero Mecánico Electricista, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, 2009, 101 p.

Urquieta Saucedo, Carlos Gonzalo, *Desarrollo de un sistema de iluminación de bajo consumo*, Maestro en Ingeniería, México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2010, 106 p.

Illuminating Engineering Society North of America, *Lighting Handbook*, 9na Ed., New York, 2000, 1037 p.

Light's Labour's Lost, Paris, Francia, (561), 2006.

Marquinez Mauleón, Félix, *Análisis de Medida de ahorros de energía eléctrica en una edificación del campus de la UNAM*, 2011, 74 p.

Escobedo Izquierdo, Manuela Azucena, *Indicadores Energéticos en Iluminación para inmuebles destinados al uso de oficinas públicas caso: Centro del País*, Maestro de ingeniería, División de Estudios de Posgrados, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, 90 p.

Sectoral Approaches in Electricity, Building bridges to a safe climate, for International Energy Agency, 2009, 186 p.

25 Energy efficiency policy recommendations, Paris, Francia, (12), 2011.

Vive con energía: Eficiencia energética en inmuebles, Héctor Juárez Mondragón, Marzo 2006, 18 p.

Gestión de la eficiencia energética, Alejandro Rueda Albino, Diciembre 2011, 61 p.

Manual for training in efficient lighting principles, *The basis of efficient lighting*, Australia, First Ed., December 2009, 152 p.

Ganslandt, Rüdiger y Hofmann Harald, *Handbook of lighting design*, ERCO ed., 1992, 289 p.

Energy star, *Building manual: lighting*, November 2006, 37p.

Kelly, Kevin, O'Connell, Kevin, *Interior lighting design a student guide*, 1994, 133 p.

Environmental protection agency (EPA), *Lighting fundamentals*, 1997, 28 p.

Soriano Tovar, Raúl Eduardo, *Ahorro de energía en hoteles de México*, Ingeniero Mecatrónico, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2011, 88 p.

CONUEE, SENER, *Guía para elaborar un diagnóstico energético en inmuebles*, México, D.F., 2012, 12 p.

Conferencia latinoamericana de electrificación rural (XXII), Ahorro energético en iluminación, División suroeste, 10 p.

FIDE, *Elementos básicos de un diagnóstico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía*, México, 11 p.

Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficios de los programas de proyectos de inversión, México, D.F., Secretaría de Hacienda, Abril 2010, 12 p.

SEMARNAT, Directorio de centros de acopio de materiales provenientes de residuos en México, México, D.F., 2010. 98 p.

Universidad del Valle de México, *Administración Financiera: Presupuestación de capital*, México, D.F., 4 p.

Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía, 2011

Secretaría de Energía, Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026

Conae, Programa 100 Edificios Públicos, Reporte de Avances y resultados, 1998.

Secretaría de Energía, Sistema de Informe Energético.

Sitios de internet consultados

Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE). *¿Qué es el FIDE?*. México. D.F, 2013. [Consulta: 10 de Febrero 2013]. Disponible en:

http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180

Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE). Programas de ahorro. *Eficiencia Energetica: equipos a financiar*. México. D.F, 2013. [Consulta: 10 de Febrero 2013]. Disponible en: http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=219

Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE). Programas de apoyo. *Consejos de ahorro: Comercio y servicios*. México. D.F, 2013. [Consulta: 10 de Junio 2013]. Disponible en: http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=143:comercios-y-servicios&catid=65:consejos-de-ahorro&Itemid=235

Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE). *¿Qué es Conuee?*. México. D.F, 2013. [Consulta: 10 de Marzo 2013]. Disponible en: http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/Que_es_conae

Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE). *Pequeñas y medianas empresas: sistemas de iluminación*. México. D.F, 2013. [Consulta: 10 de MARzo 2013]. Disponible en: http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/sistemas_de_iluminacion

Comisión Federal de Electricidad (CFE). *Negocio: conoce tu tarifa- consulta tu tarifa*. México. D.F, 2013. [Consulta: 01 de Marzo 2013]. Disponible en: http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp

Sistema de Información Energética (SIE). *Información estadística*. México. D.F, 2013. [Consulta: 11 de Octubre 2012]. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Transparencia focalizada: Directorio de empresas recicladoras de residuos*. México. D.F, 2010. [Consulta: 15 de Mayo 2013]. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/residuos/Documents/directorio_residuos.pdf

Secretaria de Energía (SENER). *Acerca de la SENER: Historia*. México. D.F, 2012. [Consulta: 25 de Mayo 2013]. Disponible en: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=857>

Secretaria de Energía (SENER). *Subsecretaría de planeación y transición energética: Publicaciones*. México. D.F, 2012. [Consulta: 28 de Mayo 2013]. Disponible en: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/BNE_2011.pdf

Secretaria de Energía (SENER). *Subsecretaría de planeación y transición energética: Publicaciones*. México. D.F, 2012. [Consulta: 28 de Mayo 2013]. Disponible en: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf

Comisión Reguladora de Energía (CRE). *Reportes del sector Eléctrico*. México. D.F, 2012. [Consulta: 28 de Junio 2013]. Disponible en: <http://www.cre.gob.mx/articulo.aspx?id=428>

International Energy Agency (IEA). *Topics-Energy efficiency: Lighting*. México. D.F, 2012. [Consulta: 28 de Julio 2013]. Disponible en: <http://www.iea.org/topics/energyefficiency/lighting/>

International Energy Agency (IEA). *Press release & News: Press Releases. Francia*. 2006. [Consulta: 28 de Julio 2013]. Disponible en: <http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2006/june/name,20191,en.html>

Sciencedirect. *Books: The light field of a lluminarie*. Alemania. 2012. [Consulta: 14 de Julio 2013]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750650519>

Anexos

1.- Medidas de ahorro de energía (MAE)

Inmueble 1

MAE 1

| Ficha técnica | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|-------------------------------|---|----------------------|---------------------------|-------------|--|--|--|--|--|--|
| Sistema de iluminación interior | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos técnicos del sistema | | | | | | | | | | | | | | |
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 100 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | | |  | | | | | | | | | |
| | Balastro | Sin Balastro | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 23 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | | |  | | | | | | | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cantidad</i> | <i>Potencia de línea</i> | <i>Flujo Lum x Lamp Promedio</i> | <i>Factor de Mant. Y Dep.</i> | <i>Flujo Lum. Por Lum.</i> | <i>F.L.Total</i> | <i>Vida útil Promedio</i> | <i>Base</i> | | | | | | |
| Actual | 27 | 100 | 1,560 | 0.90 | 1,404 | 37,908 | 1,000 | E26/E27 | | | | | | |
| Propuesta 1 | 27 | 23 | 1,550 | 1.00 | 1,550 | 41,850 | 8,000 | E26/E27 | | | | | | |
| Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): | | | | 216 | | | | | | | | | | |
| Sistema eléctrico | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Variación del Flujo por Lum.</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Var. del Flujo Lum. Total</i> | <i>Observaciones</i> | | | | | | | | |
| Actual | 2.7 | 583 | --- | --- | --- | --- | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 0.6 | 134 | 10% | Mayor Iluminación | 10.4% | Mayor Iluminación | | | | | | | | |
| Ahorros | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Económico (\$/mes) ¹</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 2 | 449 | 723 | 700% | Mayor vida útil | | | | | | | | | |
| Análisis Económico | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Análisis Económico (Simple)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Inversión ² (\$)</i> | <i>TSR (meses)</i> | <i>TSR (Años)</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 1,350 | 1.9 | 0.2 | 3.1 | Aceptable | | | | | | | | | |
| Mejores Propuestas | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Propuesta 1</td> <td>Propuesta 1</td> <td>Propuesta 1</td> </tr> </tbody> </table> | | | 1 | 2 | 3 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Nomenclatura 1 Mayor Iluminación 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | | | | | | | | | | | | |
| MAE: Medida de Ahorro de Energía TSR: Tiempo Simple de Recuperación ¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso ² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación) | | | | | | | | | | | | | | |
| A.I. Arranque Instantáneo A.R. Arranque Rápido | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cotizaciones</i> | <i>Lámpara</i> | <i>Balastro</i> | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | | 50 | | | | | | | | | | | | |
| Costo promedio de energía anual | | | | 1.6104 | | | | | | | | | | |

MAE 2

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|--|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 4U, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 3 | 75 | 1,070 | 0.90 | 963 | 2,889 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 3 | 18 | 1,100 | 1.00 | 1,100 | 3,300 | 4,000 | E26/E27 |
| Propuesta 2 | 3 | 18 | 1,040 | 1.00 | 1,040 | 3,120 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **238**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 0.2 | 54 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.1 | 13 | 14% | Mayor Luminación | 14.2% | Mayor Luminación |
| Propuesta 2 | 0.1 | 13 | -5% | Menor Luminación | 8.0% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.17 | 41 | 66 | 300% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 0.17 | 41 | 66 | 700% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 150 | 2.3 | 0.2 | 1.4 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 150 | 2.3 | 0.2 | 2.8 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 50 | |
| Propuesta 2 | 50 | |

Costo promedio de energía anual **1.6104**

MAE 3

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 1 | 250 | 3,500 | 0.90 | 3,150 | 3,150 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 1 | 65 | 4,000 | 1.00 | 4,000 | 4,000 | 10,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 195

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 0.3 | 49 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.1 | 13 | 27% | Mayor Luminación | 27.0% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.2 | 36 | 58 | 900% | Ahorro pobre | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 250 | 4.3 | 0.4 | 4.3 | Aceptable |

0

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 250 | |

Costo promedio de energía anual 1.6104

MAE 4

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|---------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Dicroica 50 W, Angulo de radiacion 38°, Vida útil 4,000 hrs. |  |
| | Balastro | Transformador de 127 ac - 12 ac | |
| | Luminario | Empotrado, con Base GU5.3 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | LED12V Master 4 W, Angulo de radiacion 36°, Vida útil 30,000 hrs. |  |
| | Balastro | Transformador de 127 ac - 12 ac | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo T2, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con base E26/E27 | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 72 | 50 | 420 | 0.90 | 378 | 27,216 | 4,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 72 | 4 | 385 | 1.00 | 385 | 27,720 | 30,000 | E26/E27 |
| Propuesta 2 | 72 | 8 | 420 | 1.00 | 420 | 30,240 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **192**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 3.6 | 691 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.3 | 55 | 2% | Mayor Luminación | 1.9% | Mayor Luminación |
| Propuesta 2 | 0.6 | 111 | 9% | Mayor Luminación | 11.1% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 3.31 | 636 | 1,024 | 650% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 3.02 | 581 | 935 | 100% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 50,400 | 49.2 | 4.1 | 13.0 | No aceptable |
| Propuesta 2 | 3,600 | 3.9 | 0.3 | 3.5 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 550 | 150 |
| Propuesta 2 | 50 | |

Costo promedio de energía anual **1.6104**

MAE 5

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|--------------------------------|-----------|--|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 Tipo U de 40W A.I. (48") |  |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 2x40W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado para 2 Tubos de 48" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 Tipo U de 32 W (48") A.I. |  |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.99 | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 1 | 107 | 127 | 0.84 | 1.00 | 2 | 2,400 | 0.61 | 2,928 | 0.80 | 2,342 | 12,000 | Fa8 |
| Propuesta 1 | 1 | 69 | 127 | 0.54 | 1.00 | 2 | 2,540 | 0.87 | 4,420 | 1.00 | 4,420 | 20,000 | Fa8 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes):

195

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 0.1 | 21 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.1 | 13 | 51% | Mayor Luminación | 88.7% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.04 | 7 | 12 | 67% | Ahorro pobre | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 490 | 41.0 | 3.4 | 8.5 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|--|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 120 | 250 |

Costo promedio de energía anual: 1.6104

MAE 6

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 40W AI (48") | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 2X40W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 48" | |
| Propuesta 1 Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2: Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.95 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | FB | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 28 | 107 | 127 | 0.84 | 1.00 | 2 | 2,650 | 0.78 | 4,134 | 0.80 | 92,602 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 28 | 70 | 127 | 0.55 | 1.00 | 2 | 2,800 | 0.88 | 4,928 | 1.00 | 137,984 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 28 | 61 | 127 | 0.48 | 1.00 | 2 | 2,645 | 0.88 | 4,655 | 1.00 | 130,346 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 3 | 28 | 54 | 127 | 0.45 | 0.95 | 2 | 2,425 | 0.95 | 4,608 | 1.00 | 129,010 | 30,000 | G13 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **275**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 3.0 | 821 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 2.0 | 538 | 19% | Mayor Iluminación | 49.0% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 1.7 | 469 | 13% | Mayor Iluminación | 40.8% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 3 | 1.5 | 418 | 11% | Mayor Iluminación | 39.3% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 1.0 | 284 | 457 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 1.3 | 352 | 567 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 1.5 | 403 | 650 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 11,200 | 24.5 | 2.0 | 9.1 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 14,980 | 26.4 | 2.2 | 9.1 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 15,960 | 24.6 | 2.0 | 9.1 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| | 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | Propuesta 3 | Propuesta 3 | Propuesta 3 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 100 | 200 |
| Propuesta 2 | 130 | 275 |
| Propuesta 3 | 135 | 300 |

Costo promedio de energía anual **1.6104**

MAE 7

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 de 60 W (96") A.I. | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. de 2x60W, FB = 0.61 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | |
| | Balastro | Electrónico Optanium de 2x59W A.I., FB = 0.87 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P. | # de Lámp. | Flujo Lum x Lampa Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|----------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 4 | 140 | 127 | 1.10 | 1.00 | 2 | 5,400 | 0.78 | 8,424 | 0.85 | 28,642 | 12,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 4 | 118 | 127 | 0.93 | 1.00 | 2 | 5,300 | 0.87 | 9,222 | 1.00 | 36,888 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 4 | 114 | 127 | 0.90 | 1.00 | 4 | 3,100 | 1.00 | 12,400 | 1.00 | 49,600 | 30,000 | |
| Propuesta 3 | 4 | 99 | 127 | 0.87 | 0.90 | 4 | 2,475 | 1.00 | 9,900 | 1.00 | 39,600 | 30,000 | |
| Propuesta 4 | 4 | 97 | 127 | 0.91 | 0.84 | 4 | 3,000 | 1.00 | 12,000 | 1.00 | 48,000 | 30,000 | |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes):

251

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 0.56 | 140 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.47 | 119 | 9% | Mayor Iluminación | 28.8% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 0.46 | 115 | 47% | Mayor Iluminación | 73.2% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 3 | 0.40 | 100 | 18% | Mayor Iluminación | 38.3% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 4 | 0.39 | 97 | 42% | Mayor Iluminación | 67.6% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.09 | 22 | 35 | 150% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 0.10 | 26 | 41 | 60% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 0.16 | 40 | 65 | 60% | Mayor vida útil |
| Propuesta 4 | 0.17 | 43 | 69 | 60% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 2,120 | 60.7 | 5.1 | 10.0 | No aceptable |
| Propuesta 2 | 3,500 | 85.2 | 7.1 | 10.0 | No aceptable |
| Propuesta 3 | 3,500 | 53.8 | 4.5 | 10.0 | No aceptable |
| Propuesta 4 | 3,960 | 57.5 | 4.8 | 10.0 | No aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | 0 | 1 Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | 0 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | Propuesta 3 | Propuesta 3 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |
| Propuesta 4 | Propuesta 4 | Propuesta 4 | |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 140 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 150 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 290 |

Costo promedio de energía anual

1.6104

MAE 8

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 75W A.I. (96") | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 1X75W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | |
| | Balastro | Electrónico Optanium de 1x59W A.I., FB = 0.87 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P. | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida Útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 62 | 127 | 127 | 1.00 | 1.00 | 2 | 6,000 | 0.78 | 9,360 | 0.70 | 406,224 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 62 | 72 | 127 | 0.58 | 0.98 | 2 | 5,300 | 0.87 | 9,222 | 1.00 | 571,764 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 62 | 67 | 127 | 0.53 | 1.00 | 2 | 3,100 | 1.00 | 6,200 | 1.00 | 384,400 | 30,000 | G14 |
| Propuesta 3 | 62 | 61 | 127 | 0.55 | 0.88 | 2 | 2,475 | 1.00 | 4,950 | 1.00 | 306,900 | 30,000 | G15 |
| Propuesta 4 | 62 | 51 | 127 | 0.44 | 0.91 | 2 | 3,000 | 1.00 | 6,000 | 1.00 | 372,000 | 30,000 | G16 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **237**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 7.9 | 1,866 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 4.5 | 1,061 | -1% | Menor Luminación | 40.8% | Mayor Luminación |
| Propuesta 2 | 4.2 | 989 | -34% | Menor Luminación | -5.4% | Menor luminación |
| Propuesta 3 | 3.8 | 903 | -47% | Menor Luminación | -24.5% | Menor luminación |
| Propuesta 4 | 3.2 | 747 | -36% | Menor Luminación | -8.4% | Menor luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 3.4 | 805 | 1,297 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 3.7 | 877 | 1,412 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 4.1 | 963 | 1,551 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 4 | 4.7 | 1,119 | 1,802 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 30,380 | 23.4 | 2.0 | 10.5 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 35,650 | 25.2 | 2.1 | 10.5 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 38,750 | 25.0 | 2.1 | 10.5 | Aceptable |
| Propuesta 4 | 38,750 | 21.5 | 1.8 | 10.5 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| 0 | 0 | 0 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| 0 | 0 | 0 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |
| 0 | 0 | 0 | |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 120 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 175 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 275 |

Costo promedio de energía anual: **1.6104**

MAE 9

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara Balastro Luminario | Fluorescente T12 75W A.I (96°) Electromagnético A.I. 2X75W, FB = 0.78 Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96° | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara Balastro Luminario | Fluorescente T8 de 59 W A.I. Electrónico Optarium de 2x59W A.I., FB = 0.87 Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara Balastro Luminario | Fluorescente T8 de 32 W A.R. Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3 | Lámpara Balastro Luminario | Fluorescente T8 de 28 W A.R. Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Lámpara Balastro Luminario | Fluorescente T8 de 25 W A.R. Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P. | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 488 | 184 | 127 | 1.45 | 1.00 | 2 | 6,000 | 0.78 | 9,360 | 0.90 | 4,110,912 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 488 | 118 | 127 | 0.93 | 1.00 | 2 | 5,300 | 0.87 | 9,222 | 1.00 | 4,500,336 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 488 | 114 | 127 | 0.90 | 1.00 | 4 | 3,100 | 0.88 | 10,912 | 1.00 | 5,325,056 | 30,000 | G14 |
| Propuesta 3 | 488 | 99 | 127 | 0.87 | 0.90 | 4 | 2,475 | 0.88 | 8,712 | 1.00 | 4,251,456 | 30,000 | G15 |
| Propuesta 4 | 488 | 97 | 127 | 0.91 | 0.84 | 4 | 3,000 | 0.88 | 10,560 | 1.00 | 5,153,280 | 30,000 | G16 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **235**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 89.9 | 21,118 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 57.6 | 13,545 | -1% | Menor Iluminación | 9.5% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 55.8 | 13,108 | 17% | Mayor Iluminación | 29.5% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 3 | 48.5 | 11,404 | -7% | Menor Iluminación | 3.4% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 4 | 47.4 | 11,133 | 13% | Mayor Iluminación | 25.4% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 32 | 7,573 | 12,196 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 34 | 8,010 | 12,900 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 41 | 9,714 | 15,644 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 4 | 42 | 9,985 | 16,080 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 258,640 | 21.2 | 1.8 | 10.6 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 280,600 | 21.8 | 1.8 | 10.6 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 427,000 | 27.3 | 2.3 | 10.6 | Aceptable |
| Propuesta 4 | 483,120 | 30.0 | 2.5 | 10.6 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | 0 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | Propuesta 3 | 0 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |
| Propuesta 4 | Propuesta 4 | 0 | |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 140 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 150 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 290 |

Costo promedio de energía anual **1.6104**

Resumen de todas las medidas del inmueble 1

| MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------|--|-----------|--------------|---------------|----------------|------------|-----------|
| MAE | Descripción | | | Ahorros | | | Inversión | TSR | Vida útil |
| | | | | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | | | | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| 1 | Actual | Lámpara | Incandescente 100 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 2 | 449 | 723 | 1,350 | 2 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 23 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 2 | Actual | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 0.2 | 41 | 66 | 150 | 2 | 3 |
| | Propuesta 2 | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. | | | | | | |
| 3 | Actual | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. | 0.2 | 36 | 58 | 250 | 4 | 4 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. | | | | | | |
| 4 | Actual | Lámpara | Dicroica 50 W, Angulo de radiacion 38°, Vida útil 4,000 hrs. | 3 | 581 | 935 | 3,600 | 4 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo T2, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 5 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 Tipo U de 40W A1 (48") | 0.04 | 7 | 12 | 490 | 41 | 9 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 Tipo U de 32 W (48") A.I. | | | | | | |
| 6 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 40W A1 (48") | 1 | 403 | 650 | 14,980 | 23 | 9 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | | | | | | |
| 7 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 de 60 W (96") A.I. | 0.1 | 22 | 35 | 3,500 | 100 | 10 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | | | | | | |
| 8 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 75W A1 (96") | 3 | 805 | 1,297 | 38,750 | 30 | 11 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | | | | | | |
| 9 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 75W A1 (96") | 32 | 7,573 | 12,196 | 258,640 | 21 | 11 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | | | | | | |
| TOTAL | | | | 43 | 9,918 | 15,971 | 321,710 | 1.7 | 7 |

Inmueble 2

MAE 1

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

| Datos técnicos del sistema | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|---|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|---|--|--|--|--|--|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 100 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  | | | | | | | | | | | |
| | Balastro | Sin Balastro | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 23 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. |  | | | | | | | | | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cantidad</i> | <i>Potencia de línea</i> | <i>Flujo Lum x Lamp Promedio</i> | <i>Factor de Mant. Y Dep.</i> | <i>Flujo Lum. Por Lum.</i> | <i>F.L.Total</i> | <i>Vida útil Promedio</i> | <i>Base</i> | | | | | | |
| Actual | 5 | 100 | 1,560 | 0.90 | 1,404 | 7,020 | 1,000 | E26/E27 | | | | | | |
| Propuesta 1 | 5 | 23 | 1,550 | 1.00 | 1,550 | 7,750 | 8,000 | E26/E27 | | | | | | |
| Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): | | | 212 | | | | | | | | | | | |
| Sistema eléctrico | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Variación del Flujo por Lum.</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Var. del Flujo Lum. Total</i> | <i>Observaciones</i> | | | | | | | | |
| Actual | 0.5 | 106 | --- | --- | --- | --- | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 0.1 | 24 | 10% | Mayor Iluminación | 10.4% | Mayor Iluminación | | | | | | | | |
| Ahorros | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Económico (\$/mes)¹</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 0.4 | 82 | 169 | 700% | Mayor vida útil | | | | | | | | | |
| Análisis Económico | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Análisis Económico (Simple)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Inversión² (\$)</i> | <i>TSR (meses)</i> | <i>TSR (Años)</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 250 | 1.5 | 0.1 | 3.1 | Aceptable | | | | | | | | | |
| Mejores Propuestas | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Propuesta 1</td> <td>Propuesta 1</td> <td>Propuesta 1</td> </tr> </tbody> </table> | | | 1 | 2 | 3 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | <p>Nomenclatura</p> <p>1 Mayor Iluminación</p> <p>2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil</p> <p>3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable</p> | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | | | | | | | | | | | | |
| <p>MAE: Medida de Ahorro de Energía</p> <p>TSR: Tiempo Simple de Recuperación</p> <p>¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso</p> <p>² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)</p> <p>A.I. Arranque Instantáneo</p> <p>A.R. Arranque Rápido</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cotizaciones</th> <th>Lámpara</th> <th>Balastro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Propuesta 1</td> <td>50</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | Cotizaciones | Lámpara | Balastro | Propuesta 1 | 50 | | <p>Costo promedio de energía anual: 2.0762</p> | | | | | |
| Cotizaciones | Lámpara | Balastro | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 50 | | | | | | | | | | | | | |

MAE 2

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

| Datos técnicos del sistema | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--|---------------------------------|------------------------|---|------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--|-------------|----|--|-------------|----|--|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| | Balastro | Sin Balastro | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 4U, Vida útil 8,000. | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base | | | | | | | | | | |
| Actual | 1 | 75 | 1,070 | 0.90 | 963 | 963 | 1,000 | E26/E27 | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 1 | 18 | 1,100 | 1.00 | 1,100 | 1,100 | 4,000 | E26/E27 | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2 | 1 | 18 | 1,040 | 1.00 | 1,040 | 1,040 | 8,000 | E26/E27 | | | | | | | | | | |
| Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): | | | 212 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema eléctrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones | | | | | | | | | | | | |
| Actual | 0.1 | 16 | --- | --- | --- | --- | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 0.0 | 4 | 14% | Mayor Luminación | 14.2% | Mayor Luminación | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2 | 0.0 | 4 | -5% | Menor Luminación | 8.0% | Mayor Luminación | | | | | | | | | | | | |
| Ahorros | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 0.06 | 12 | 25 | 300% | Mayor vida útil | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2 | 0.06 | 12 | 25 | 700% | Mayor vida útil | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis Económico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis Económico (Simple) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 50 | 2.0 | 0.2 | 1.6 | Aceptable | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2 | 50 | 2.0 | 0.2 | 3.1 | Aceptable | | | | | | | | | | | | | |
| Mejores Propuestas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">1</th> <th style="width: 33%;">2</th> <th style="width: 33%;">3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Propuesta 1</td> <td style="text-align: center;">Propuesta 1</td> <td style="text-align: center;">Propuesta 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Propuesta 2</td> <td style="text-align: center;">Propuesta 2</td> <td style="text-align: center;">Propuesta 2</td> </tr> </tbody> </table> | | | 1 | 2 | 3 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | Nomenclatura 1 Mayor Iluminación 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MAE: Medida de Ahorro de Energía TSR: Tiempo Simple de Recuperación</p> <p>¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso ² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)</p> <p>A.I. Arranque Instantáneo A.R. Arranque Rápido</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Cotizaciones</th> <th style="width: 40%;">Lámpara</th> <th style="width: 40%;">Balastro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Propuesta 1</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Propuesta 2</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | Cotizaciones | Lámpara | Balastro | Propuesta 1 | 50 | | Propuesta 2 | 50 | |
| Cotizaciones | Lámpara | Balastro | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 1 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuesta 2 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costo promedio de energía anual | | | 2.0762 | | | | | | | | | | | | | | | |

MAE 3

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|--|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 60 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 14 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 1 | 60 | 820 | 0.90 | 738 | 738 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 1 | 14 | 810 | 1.00 | 810 | 810 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 121

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 0.1 | 7 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.0 | 2 | 10% | Mayor Iluminación | 9.8% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.05 | 6 | 12 | 700% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 50 | 4.3 | 0.4 | 5.5 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | 0 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 50 | |

Costo promedio de energía anual 2.0762

MAE 4

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|--|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 40 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 11 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 1 | 40 | 490 | 0.90 | 441 | 441 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 1 | 11 | 570 | 1.00 | 570 | 570 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 212

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 0.04 | 8 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.01 | 2 | 29% | Mayor Luminación | 29.3% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.03 | 6 | 13 | 700% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 50 | 3.9 | 0.3 | 3.1 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| Nomenclatura | | |
|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |

1 Mayor Iluminación
2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 50 | |

Costo promedio de energía anual 2.0762

MAE 5

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 22 | 250 | 3,500 | 0.90 | 3,150 | 69,300 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 22 | 65 | 4,000 | 1.00 | 4,000 | 88,000 | 10,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes):

262

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 5.5 | 1,441 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 1.4 | 375 | 27% | Mayor Iluminación | 27.0% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 4.1 | 1,066 | 2,214 | 900% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 5,500 | 2.5 | 0.2 | 3.2 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 250 | |

Costo promedio de energía anual

2.0762

MAE 6

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|---------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Dicroica 50 W, Angulo de radiación 38°, Vida útil 4,000 hrs. |  |
| | Balastro | Transformador de 127 ac - 12 ac | |
| | Luminario | Empotrado, con Base GU5.3 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | LED12V Master 4 W, Angulo de radiación 36°, Vida útil 30,000 hrs. |  |
| | Balastro | Transformador de 127 ac - 12 ac | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo T2, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con base E26/E27 | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 134 | 50 | 420 | 0.90 | 378 | 50,652 | 4,000 | GU5.3 |
| Propuesta 1 | 134 | 4 | 385 | 1.00 | 385 | 51,590 | 30,000 | GU5.3 |
| Propuesta 2 | 134 | 8 | 420 | 1.00 | 420 | 56,280 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 257

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 6.7 | 1,722 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.5 | 138 | 2% | Mayor Iluminación | 1.9% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 1.1 | 276 | 9% | Mayor Iluminación | 11.1% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 6.16 | 1,584 | 3,289 | 650% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 5.63 | 1,446 | 3,003 | 100% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 93,800 | 28.5 | 2.4 | 9.7 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 6,700 | 2.2 | 0.2 | 2.6 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 550 | 150 |
| Propuesta 2 | 50 | |

Costo promedio de energía anual 2.0762

MAE 7

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

| Datos técnicos del sistema | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 40W AI (48") | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 2x40W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 48" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.95 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 14 | 107 | 127 | 0.84 | 1.00 | 2 | 2,650 | 0.78 | 4,134 | 0.80 | 46,301 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 14 | 70 | 127 | 0.55 | 1.00 | 2 | 2,800 | 0.88 | 4,928 | 1.00 | 68,992 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 14 | 61 | 127 | 0.48 | 1.00 | 2 | 2,645 | 0.88 | 4,655 | 1.00 | 65,173 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 3 | 14 | 54 | 127 | 0.45 | 0.95 | 2 | 2,425 | 0.95 | 4,608 | 1.00 | 64,505 | 30,000 | G13 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes):

269

| Sistema eléctrico | | | Variación del Flujo por Lum. | | Observaciones | | Var. del Flujo Lum. Total | | Observaciones | |
|-------------------|--------------|-------------------|------------------------------|--|------------------|-------|---------------------------|--|-----------------|------------------|
| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | | | | | | | | |
| Actual | 1.5 | 402 | --- | | --- | | | | | |
| Propuesta 1 | 1.0 | 263 | 19% | | Mayor Luminación | 49.0% | | | Mayor vida útil | Mayor Luminación |
| Propuesta 2 | 0.9 | 230 | 13% | | Mayor Luminación | 40.8% | | | Mayor vida útil | Mayor Luminación |
| Propuesta 3 | 0.8 | 204 | 11% | | Mayor Luminación | 39.3% | | | Mayor vida útil | Mayor Luminación |

| Ahorros | | | Económico (\$/mes) ¹ | | Vida útil | | Observaciones | |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|--|-----------|--|---------------|-----------------|
| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | | | | | | |
| Propuesta 1 | 0.5 | 139 | 288 | | 50% | | | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 0.6 | 172 | 357 | | 33% | | | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 0.7 | 197 | 410 | | 33% | | | Mayor vida útil |

| Análisis Económico | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Análisis Económico (Simple) | | | | | |
| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
| Propuesta 1 | 5,600 | 19.4 | 1.6 | 9.3 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 7,490 | 21.0 | 1.7 | 9.3 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 7,980 | 19.5 | 1.6 | 9.3 | Aceptable |

| Mejores Propuestas | | | Nomenclatura | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|---|
| 1 | 2 | 3 | | |
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | 2 | Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | Propuesta 3 | Propuesta 3 | 3 | Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 100 | 200 |
| Propuesta 2 | 130 | 275 |
| Propuesta 3 | 135 | 300 |

Costo promedio de energía anual

2.0762

MAE 8

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 75W A.I (96") | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 1X75W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | |
| | Balastro | Electrónico Optanium de 1x59W A.I., FB = 0.87 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P. | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 18 | 127 | 127 | 1.00 | 1.00 | 2 | 6,000 | 0.78 | 9,360 | 0.70 | 117,936 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 18 | 72 | 127 | 0.58 | 0.98 | 2 | 5,300 | 0.87 | 9,222 | 1.00 | 165,996 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 18 | 67 | 127 | 0.53 | 1.00 | 2 | 3,100 | 1.00 | 6,200 | 1.00 | 111,600 | 30,000 | G14 |
| Propuesta 3 | 18 | 61 | 127 | 0.55 | 0.88 | 2 | 2,475 | 1.00 | 4,950 | 1.00 | 89,100 | 30,000 | G15 |
| Propuesta 4 | 18 | 51 | 127 | 0.44 | 0.91 | 2 | 3,000 | 1.00 | 6,000 | 1.00 | 108,000 | 30,000 | G16 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes):

223

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 2.3 | 510 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 1.3 | 290 | -1% | Menor Iluminación | 40.8% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 1.2 | 270 | -34% | Menor Iluminación | -5.4% | Menor Iluminación |
| Propuesta 3 | 1.1 | 247 | -47% | Menor Iluminación | -24.5% | Menor Iluminación |
| Propuesta 4 | 0.9 | 204 | -36% | Menor Iluminación | -8.4% | Menor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 1.0 | 220 | 457 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 1.1 | 240 | 497 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 1.2 | 263 | 546 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 4 | 1.4 | 306 | 635 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 8,820 | 19.3 | 1.6 | 11.2 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 10,350 | 20.8 | 1.7 | 11.2 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 11,250 | 20.6 | 1.7 | 11.2 | Aceptable |
| Propuesta 4 | 11,250 | 17.7 | 1.5 | 11.2 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| 0 | 0 | 0 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| 0 | 0 | 0 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |
| 0 | 0 | 0 | |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 120 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 175 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 275 |

Costo promedio de energía anual

2.0762

MAE 9

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 75W A.I. (96°) | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 2x75W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96° | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | |
| | Balastro | Electrónico Optanium de 2x59W A.I., FB = 0.87 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 190 | 184 | 127 | 1.45 | 1.00 | 2 | 6,000 | 0.78 | 9,360 | 0.70 | 1,244,880 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 190 | 118 | 127 | 0.93 | 1.00 | 2 | 5,300 | 0.87 | 9,222 | 1.00 | 1,752,180 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 190 | 114 | 127 | 0.90 | 1.00 | 4 | 3,100 | 0.88 | 10,912 | 1.00 | 2,073,280 | 30,000 | G14 |
| Propuesta 3 | 190 | 99 | 127 | 0.87 | 0.90 | 4 | 2,475 | 0.88 | 8,712 | 1.00 | 1,655,280 | 30,000 | G15 |
| Propuesta 4 | 190 | 97 | 127 | 0.91 | 0.84 | 4 | 3,000 | 0.88 | 10,560 | 1.00 | 2,006,400 | 30,000 | G16 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **222**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 35.0 | 7,767 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 22.4 | 4,982 | -1% | Menor Iluminación | 40.8% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 21.7 | 4,821 | 17% | Mayor Iluminación | 66.5% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 3 | 18.9 | 4,194 | -7% | Menor Iluminación | 33.0% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 4 | 18.4 | 4,095 | 13% | Mayor Iluminación | 61.2% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económica (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 13 | 2,786 | 5,783 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 13 | 2,946 | 6,117 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 16 | 3,573 | 7,418 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 4 | 17 | 3,673 | 7,625 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 100,700 | 17.4 | 1.5 | 11.3 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 109,250 | 17.9 | 1.5 | 11.3 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 166,250 | 22.4 | 1.9 | 11.3 | Aceptable |
| Propuesta 4 | 188,100 | 24.7 | 2.1 | 11.3 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | Propuesta 3 | Propuesta 3 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |
| Propuesta 4 | Propuesta 4 | Propuesta 4 | |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 140 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 150 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 290 |

Costo promedio de energía anual **2.0762**

MAE 10

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 75W A1 (96") | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 3X75W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | |
| | Balastro | Electrónico Optanium de 3x59W A.I., FB = 0.87 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 40 | 184 | 127 | 1.45 | 1.00 | 3 | 6,000 | 0.78 | 14,040 | 0.70 | 393,120 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 40 | 118 | 127 | 0.93 | 1.00 | 3 | 5,300 | 0.87 | 13,833 | 1.00 | 553,320 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 40 | 114 | 127 | 0.90 | 1.00 | 0 | 3,100 | 0.88 | 0 | 1.00 | 0 | 30,000 | G14 |
| Propuesta 3 | 40 | 99 | 127 | 0.87 | 0.90 | 0 | 2,475 | 0.88 | 0 | 1.00 | 0 | 30,000 | G15 |
| Propuesta 4 | 40 | 97 | 127 | 0.91 | 0.84 | 0 | 3,000 | 0.88 | 0 | 1.00 | 0 | 30,000 | G16 |

Tiempo prom. de operación del sistema de iluminación (h/mes): **229**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) |
|-------------|--------------|-------------------|
| Actual | 7.4 | 1,687 |
| Propuesta 1 | 4.7 | 1,082 |
| Propuesta 2 | 4.6 | 1,047 |
| Propuesta 3 | 4.0 | 911 |
| Propuesta 4 | 3.9 | 889 |

| Variación del Flujo por Lum. |
|------------------------------|
| --- |
| -1% |
| -100% |
| -100% |
| -100% |

| Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total |
|-------------------|---------------------------|
| --- | --- |
| Menor Iluminación | 40.8% |
| Menor Iluminación | -100.0% |
| Menor Iluminación | -100.0% |
| Menor Iluminación | -100.0% |

| Observaciones |
|-------------------|
| --- |
| Mayor Iluminación |
| Menor Iluminación |
| Menor Iluminación |
| Menor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) |
|-------------|--------------|-------------------|
| Propuesta 1 | 3 | 605 |
| Propuesta 2 | 3 | 640 |
| Propuesta 3 | 3 | 776 |
| Propuesta 4 | 3 | 798 |

| Económico (\$/mes) ¹ |
|---------------------------------|
| 1,256 |
| 1,328 |
| 1,611 |
| 1,656 |

| Vida Útil |
|-----------|
| 50% |
| 33% |
| 33% |
| 33% |

| Observaciones |
|-----------------|
| Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|
| Propuesta 1 | 26,800 | 21.3 | 1.8 | 10.9 |
| Propuesta 2 | 29,000 | 21.8 | 1.8 | 10.9 |
| Propuesta 3 | 11,000 | 6.8 | 0.6 | 10.9 |
| Propuesta 4 | 11,600 | 7.0 | 0.6 | 10.9 |

| Observaciones |
|---------------|
| Aceptable |
| Aceptable |
| Aceptable |
| Aceptable |

Mejores Propuestas

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 140 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 150 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 290 |

Costo promedio de energía **2.0762**

Resumen de todas las medidas del inmueble 2

| MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|--|-----------|--------------|---------------|----------------|------------|-----------|
| SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR | | | | | | | | | |
| MAE | Descripción | | | Ahorros | | | Inversión | TSR | Vida útil |
| | | | | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | | | | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| 1 | Actual | Lámpara | Incandescente 100 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 0.4 | 82 | 169 | 250 | 0.1 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 23 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 2 | Actual | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 0.1 | 12 | 25 | 50 | 0.2 | 3 |
| | Propuesta 2 | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. | | | | | | |
| 3 | Actual | Lámpara | Incandescente 60 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 0.05 | 6 | 12 | 50 | 0.4 | 6 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 14 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 4 | Actual | Lámpara | Incandescente 40 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 0.01 | 2.33 | 0.29 | 50 | 0.3 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 11 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 5 | Actual | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. | 4 | 1,066 | 2,214 | 5,500 | 0.2 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. | | | | | | |
| 6 | Actual | Lámpara | Dicroica 50 W, Angulo de radiacion 38°, Vida útil 4,000 hrs. | 6 | 1,446 | 3,003 | 6,700 | 0.2 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo T2, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 7 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 Tipo U de 40W A1 (48") | 0.5 | 138.7 | 288 | 5,600 | 1.6 | 9 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 Tipo U de 32 W (48") A.I. | | | | | | |
| 8 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 40W A1 (48") | 1.4 | 305.7 | 635 | 11,250 | 1.5 | 11 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | | | | | | |
| 9 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 de 60 W (96") A.I. | 16.5 | 3,672.7 | 7,625 | 188,100 | 2.1 | 11 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | | | | | | |
| 10 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 75W A1 (96") | 2.6 | 604.9 | 1,256 | 26,800 | 1.8 | 10.9 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | | | | | | |
| TOTAL | | | | 29 | 6,731 | 13,971 | 217,550 | 1.3 | 6 |

Inmueble 3

MAE 1

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

| Datos técnicos del sistema | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|---|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  | | | | | |
| | Balastro | Sin Balastro | | | | | | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | | | | | | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. |  | | | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 4U, Vida útil 8,000. |  | | | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | | |
| | <i>Cantidad</i> | <i>Potencia de línea</i> | <i>Flujo Lum x Lamp Promedio</i> | <i>Factor de Mant. Y Dep.</i> | <i>Flujo Lum. Por Lum.</i> | <i>F.L.Total</i> | <i>Vida útil Promedio</i> | <i>Base</i> |
| Actual | 24 | 75 | 1,070 | 0.90 | 963 | 23,112 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 24 | 18 | 1,100 | 1.00 | 1,100 | 26,400 | 4,000 | E26/E27 |
| Propuesta 2 | 24 | 18 | 1,040 | 1.00 | 1,040 | 24,960 | 8,000 | E26/E27 |
| Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 30 | | | | | | | | |
| Sistema eléctrico | | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Variación del Flujo por Lum.</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Var. del Flujo Lum. Total</i> | <i>Observaciones</i> | | |
| Actual | 1.8 | 54 | --- | --- | --- | --- | | |
| Propuesta 1 | 0.4 | 13 | 14% | Mayor Luminación | 14.2% | Mayor Luminación | | |
| Propuesta 2 | 0.4 | 13 | -5% | Menor Luminación | 8.0% | Mayor Luminación | | |
| Ahorros | | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Económico (\$/mes)¹</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | | |
| Propuesta 1 | 1.37 | 41 | 69 | 300% | Mayor vida útil | | | |
| Propuesta 2 | 1.37 | 41 | 69 | 700% | Mayor vida útil | | | |
| Análisis Económico | | | | | | | | |
| <i>Análisis Económico (Simple)</i> | | | | | | | | |
| | <i>Inversión² (\$)</i> | <i>TSR (meses)</i> | <i>TSR (Años)</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | | |
| Propuesta 1 | 1,200 | 17.4 | 1.5 | 11.1 | Aceptable | | | |
| Propuesta 2 | 1,200 | 17.4 | 1.5 | 22.2 | Aceptable | | | |
| Mejores Propuestas | | | | | | | | |
| Nomenclatura | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | | | | | |
| | Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | | | | | |
| <p>MAE: Medida de Ahorro de Energía</p> <p>TSR: Tiempo Simple de Recuperación</p> <p>¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso</p> <p>² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)</p> <p>A.I. Arranque Instantáneo</p> <p>A.R. Arranque Rápido</p> | | | | | | | | |
| | <i>Cotizaciones</i> | <i>Lámpara</i> | <i>Balastro</i> | | | | | |
| | Propuesta 1 | 50 | | | | | | |
| | Propuesta 2 | 50 | | | | | | |
| Costo promedio de energía anual 1.6781 | | | | | | | | |

MAE 2

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 1 | 250 | 3,500 | 0.90 | 3,150 | 3,150 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 1 | 65 | 4,000 | 1.00 | 4,000 | 4,000 | 10,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 30

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| Actual | 0.3 | 8 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.1 | 2 | 27% | Mayor Iluminación | 27.0% | Mayor vida útil |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.2 | 6 | 9 | 900% | Ahorro pobre | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 250 | 26.8 | 2.2 | 27.8 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 250 | |

Costo promedio de energía anual 1.6781

MAE 3

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|---------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Dicroica 50 W, Angulo de radiacion 38°, Vida útil 4,000 hrs. |  |
| | Balastro | Transformador de 127 ac - 12 ac | |
| | Luminario | Empotrado, con Base GU5.3 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | LED12V Master 4 W, Angulo de radiacion 36°, Vida útil 30,000 hrs. |  |
| | Balastro | Transformador de 127 ac - 12 ac | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo T2, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con base E26/E27 | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 160 | 50 | 420 | 0.90 | 378 | 60,480 | 4,000 | GU5.3 |
| Propuesta 1 | 160 | 4 | 385 | 1.00 | 385 | 61,600 | 30,000 | GU5.3 |
| Propuesta 2 | 160 | 8 | 420 | 1.00 | 420 | 67,200 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 341

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 8.0 | 2,728 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.6 | 218 | 2% | Mayor Iluminación | 1.9% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 1.3 | 436 | 9% | Mayor Iluminación | 11.1% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económica (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|--------------------|-----------------|
| Propuesta 1 | 7.36 | 2,510 | 4,212 | 650% | Ahorro beneficioso | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 6.72 | 2,292 | 3,845 | 100% | Ahorro beneficioso | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 112,000 | 26.6 | 2.2 | 7.3 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 8,000 | 2.1 | 0.2 | 2.0 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| | | | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 550 | 150 |
| Propuesta 2 | 50 | |

Costo promedio de energía anual 1.6781

MAE 4

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|--|
| Actual Tecnología T12 | Lámpara | Fluorescente T12 40W A.I. (48") | |
| | Balastro | Electromagnético A.I. 2x40W, FB = 0.78 | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 48" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Lámpara | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | |
| | Balastro | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.95 | |
| | Luminario | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 3 | 107 | 127 | 0.84 | 1.00 | 2 | 2,650 | 0.78 | 4,134 | 0.80 | 9,922 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 3 | 70 | 127 | 0.55 | 1.00 | 2 | 2,800 | 0.88 | 4,928 | 1.00 | 14,784 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 3 | 61 | 127 | 0.48 | 1.00 | 2 | 2,645 | 0.88 | 4,655 | 1.00 | 13,966 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 3 | 3 | 54 | 127 | 0.45 | 0.95 | 2 | 2,425 | 0.95 | 4,608 | 1.00 | 13,823 | 30,000 | G13 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **195**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 0.3 | 62 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.2 | 41 | 19% | Mayor Iluminación | 49.0% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 0.2 | 36 | 13% | Mayor Iluminación | 40.8% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 3 | 0.2 | 32 | 11% | Mayor Iluminación | 39.3% | Mayor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.1 | 22 | 36 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 0.1 | 27 | 45 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 0.2 | 31 | 51 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 1,200 | 33.2 | 2.8 | 12.8 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 1,605 | 35.8 | 3.0 | 12.8 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 1,710 | 33.2 | 2.8 | 12.8 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | Propuesta 3 | Propuesta 3 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 100 | 200 |
| Propuesta 2 | 130 | 275 |
| Propuesta 3 | 135 | 300 |

Costo promedio de energía anual **1.6781**

MAE 5

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| Tecnología | Lámpara | Balastro | Luminario | |
|--------------------------|-------------------------------|---|---|--|
| Actual | Fluorescente T12 75W A1 (96") | Electromagnético A.1. 1X75W, FB = 0.78 | Empotrado, suspendido y sobrepuesto para 2 Tubos de 96" | |
| Propuesta 1. Retrofit T8 | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | Electrónico Optanium de 1x59W A.I., FB = 0.87 | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit T8 | Fluorescente T8 de 32 W A.R. | Electrónico Centium de 2x32W A.R., FB = 0.88 | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 3. | Fluorescente T8 de 28 W A.R. | Electrónico Centium de 2x28W A.R., FB = 1.03 | Mismo, adaptado | |
| Propuesta 4. | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | Electrónico Centium de 2x25W A.R., FB = 0.88 | Mismo, adaptado | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Voltaje | Corriente | F.P. | # de Lámp. | Flujo Lum x Lamp Promedio | F.B | Flujo Lum. Por Lum. | Factor de Mant. Y Dep. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------|-----------|------|------------|---------------------------|------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|------|
| Actual | 20 | 127 | 127 | 1.00 | 1.00 | 2 | 6,000 | 0.78 | 9,360 | 0.70 | 131,040 | 20,000 | G13 |
| Propuesta 1 | 20 | 72 | 127 | 0.58 | 0.98 | 2 | 5,300 | 0.87 | 9,222 | 1.00 | 184,440 | 30,000 | G13 |
| Propuesta 2 | 20 | 67 | 127 | 0.53 | 1.00 | 2 | 3,100 | 1.00 | 6,200 | 1.00 | 124,000 | 30,000 | G14 |
| Propuesta 3 | 20 | 61 | 127 | 0.55 | 0.88 | 2 | 2,475 | 1.00 | 4,950 | 1.00 | 99,000 | 30,000 | G15 |
| Propuesta 4 | 20 | 51 | 127 | 0.44 | 0.91 | 2 | 3,000 | 1.00 | 6,000 | 1.00 | 120,000 | 30,000 | G16 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **728**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Actual | 2.5 | 1,849 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 1.4 | 1,051 | -1% | Menor Iluminación | 40.8% | Mayor Iluminación |
| Propuesta 2 | 1.3 | 980 | -34% | Menor Iluminación | -5.4% | Menor Iluminación |
| Propuesta 3 | 1.2 | 895 | -47% | Menor Iluminación | -24.5% | Menor Iluminación |
| Propuesta 4 | 1.0 | 740 | -36% | Menor Iluminación | -8.4% | Menor Iluminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ² | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 1.1 | 798 | 1,339 | 50% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 1.2 | 869 | 1,458 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 3 | 1.3 | 954 | 1,601 | 33% | Mayor vida útil |
| Propuesta 4 | 1.5 | 1,109 | 1,861 | 33% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ¹ (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 9,800 | 7.3 | 0.6 | 3.4 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 11,500 | 7.9 | 0.7 | 3.4 | Aceptable |
| Propuesta 3 | 12,500 | 7.8 | 0.7 | 3.4 | Aceptable |
| Propuesta 4 | 12,500 | 6.7 | 0.6 | 3.4 | Aceptable |

Análisis Económico

| | Tasa | Inversión | Ahorros | VPN | B/C | TIR |
|-------------|------|-----------|---------|-------|-----|-----|
| Propuesta 1 | 12% | -9,800 | 16,071 | 4,550 | 0.5 | 64% |
| Propuesta 2 | 12% | -11,500 | 17,501 | 4,126 | 0.4 | 52% |
| Propuesta 3 | 12% | -12,500 | 19,214 | 4,656 | 0.4 | 54% |
| Propuesta 4 | 12% | -12,500 | 22,327 | 7,435 | 0.6 | 79% |

Mejores Propuestas

| | 1 | 2 | 3 | Nomenclatura |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 Mayor Iluminación |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable |

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 120 | 250 |
| Propuesta 2 | 150 | 275 |
| Propuesta 3 | 175 | 275 |
| Propuesta 4 | 175 | 275 |

Costo promedio de energía anual **1.6781**

Resumen de todas las medidas del inmueble 3

| MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------|--|-----------|--------------|--------------|---------------|------------|----------|-----------|
| MAE | Descripción | | | Ahorros | | | Inversión | TSR | TSR | Vida útil |
| | | | | Demanda | Consumo | Económico | | \$ | Años | |
| | | | | kW | kWh/mes | \$/mes | | | | |
| 1 | Actual | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 1 | 41 | 69 | 1,200 | 17 | 1.452 | 22 |
| | Propuesta 2 | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. | | | | | | | |
| 2 | Actual | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. | 0.2 | 5.6 | 9.3 | 250 | 27 | 2 | 28 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. | | | | | | | |
| 3 | Actual | Lámpara | Dicroica 50 W, Angulo de radiacion 38°, Vida útil 4,000 hrs. | 7 | 2,292 | 3,845 | 8,000 | 2 | 0 | 2 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo T2, Vida útil 8,000. | | | | | | | |
| 4 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 40W A1 (48") | 0.2 | 30.6 | 51.4 | 1,710 | 33 | 3 | 13 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 25 W A.R. | | | | | | | |
| 5 | Actual | Lámpara | Fluorescente T12 75W A1 (96") | 2 | 1,109 | 1,861 | 12,500 | 7 | 1 | 3 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente T8 de 59 W A.I. | | | | | | | |
| TOTAL | | | | 10 | 3,477 | 5,836 | 23,660 | 0.3 | 4 | 14 |

Inmueble 4

MAE 1

Ficha técnica
Sistema de iluminación interior

| Datos técnicos del sistema | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--|---|---|----------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 100 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | |  | | | |
| | Balastro | Sin Balastro | | | | | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | | | | | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 23 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | |  | | | |
| | Balastro | Balastro Integrado | | | | | |
| | Luminario | Mismo | | | | | |
| | <i>Cantidad</i> | <i>Potencia de línea</i> | <i>Flujo Lum x Lamp Promedio</i> | <i>Factor de Mant. Y Dep.</i> | <i>Flujo Lum. Por Lum.</i> | <i>F.L.Total</i> | <i>Vida útil Promedio</i> |
| Actual | 24 | 100 | 1,560 | 0.90 | 1,404 | 33,696 | 1,000 |
| Propuesta 1 | 24 | 23 | 1,550 | 1.00 | 1,550 | 37,200 | 8,000 |
| Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): | | | | 52 | | | |
| Sistema eléctrico | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Variación del Flujo por Lum.</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Var. del Flujo Lum. Total</i> | <i>Observaciones</i> | |
| Actual | 2.4 | 125 | --- | --- | --- | --- | |
| Propuesta 1 | 0.6 | 29 | 10% | Mayor Iluminación | 10.4% | Mayor Iluminación | |
| Ahorros | | | | | | | |
| | <i>Demanda (kW)</i> | <i>Consumo (kWh/mes)</i> | <i>Económico (\$/mes) ¹</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | |
| Propuesta 1 | 2 | 96 | 272 | 700% | Mayor vida útil | | |
| Análisis Económico | | | | | | | |
| <i>Análisis Económico (Simple)</i> | | | | | | | |
| | <i>Inversión ² (\$)</i> | <i>TSR (meses)</i> | <i>TSR (Años)</i> | <i>Vida Útil</i> | <i>Observaciones</i> | | |
| Propuesta 1 | 1,200 | 4.4 | 0.4 | 12.8 | Aceptable | | |
| Mejores Propuestas | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | Nomenclatura | | | | |
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | 1 Mayor Iluminación | | | | |
| | | | 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil | | | | |
| | | | 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable | | | | |
| MAE: Medida de Ahorro de Energía | | | | | | | |
| TSR: Tiempo Simple de Recuperación | | | | | | | |
| ¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso | | | | | | | |
| ² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación) | | | | | | | |
| A.I. Arranque Instantáneo | | | | | | | |
| A.R. Arranque Rápido | | | | | | | |
| Cotizaciones | Lámpara | Balastro | | | | | |
| Propuesta 1 | 50 | | | | | | |
| Costo promedio de energía anual | | | 2.8288 | | | | |

MAE 2

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|------------------------------------|-----------|--|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |
| Propuesta 2. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 4U, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 15 | 75 | 1,070 | 0.90 | 963 | 14,445 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 15 | 18 | 1,100 | 1.00 | 1,100 | 16,500 | 4,000 | E26/E27 |
| Propuesta 2 | 15 | 18 | 1,040 | 1.00 | 1,040 | 15,600 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): 238

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 1.1 | 268 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.3 | 64 | 14% | Mayor Luminación | 14.2% | Mayor Luminación |
| Propuesta 2 | 0.3 | 64 | -5% | Menor Luminación | 8.0% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 0.86 | 203 | 576 | 300% | Mayor vida útil |
| Propuesta 2 | 0.86 | 203 | 576 | 700% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 750 | 1.3 | 0.1 | 1.4 | Aceptable |
| Propuesta 2 | 750 | 1.3 | 0.1 | 2.8 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |
| Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 | Propuesta 2 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 50 | |
| Propuesta 2 | 50 | |

Costo promedio de energía anual 2.8288

MAE 3

Ficha técnica Sistema de iluminación interior

Datos técnicos del sistema

| | | | |
|---------------------------------|-----------|---|---|
| Tecnología Actual Incandescente | Lámpara | Incandescente 40 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. |  |
| | Balastro | Sin Balastro | |
| | Luminario | Empotrado, suspendido con Base E26/E27 | |
| Propuesta 1. Retrofit LFC | Lámpara | Fluorescente Compacta 8 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. |  |
| | Balastro | Balastro Integrado | |
| | Luminario | Mismo | |

| | Cantidad | Potencia de línea | Flujo Lum x Lamp Promedio | Factor de Mant. Y Dep. | Flujo Lum. Por Lum. | F.L.Total | Vida útil Promedio | Base |
|-------------|----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------|---------|
| Actual | 54 | 40 | 1,560 | 0.90 | 1,404 | 75,816 | 1,000 | E26/E27 |
| Propuesta 1 | 54 | 8 | 1,550 | 1.00 | 1,550 | 83,700 | 8,000 | E26/E27 |

Tiempo prom. de operación Sistema de iluminación (h/mes): **113**

Sistema eléctrico

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Variación del Flujo por Lum. | Observaciones | Var. del Flujo Lum. Total | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Actual | 2.2 | 244 | --- | --- | --- | --- |
| Propuesta 1 | 0.4 | 49 | 10% | Mayor Luminación | 10.4% | Mayor Luminación |

Ahorros

| | Demanda (kW) | Consumo (kWh/mes) | Económico (\$/mes) ¹ | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Propuesta 1 | 2 | 195 | 552 | 700% | Mayor vida útil |

Análisis Económico

Análisis Económico (Simple)

| | Inversión ² (\$) | TSR (meses) | TSR (Años) | Vida Útil | Observaciones |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------|---------------|
| Propuesta 1 | 2,700 | 4.9 | 0.4 | 5.9 | Aceptable |

Mejores Propuestas

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-------------|-------------|
| Propuesta 1 | Propuesta 1 | Propuesta 1 |

Nomenclatura

- 1 Mayor Iluminación
- 2 Mayor Iluminación, Mayor vida útil
- 3 Mayor Iluminación, Mayor vida útil, TSR Aceptable

MAE: Medida de Ahorro de Energía

TSR: Tiempo Simple de Recuperación

¹ Precio medio de acuerdo a la Facturación del Instituto correspondiente al año en curso

² Costos de adquisición de equipo (no incluye mano de obra, desinstalación e instalación)

A.I. Arranque Instantáneo

A.R. Arranque Rápido

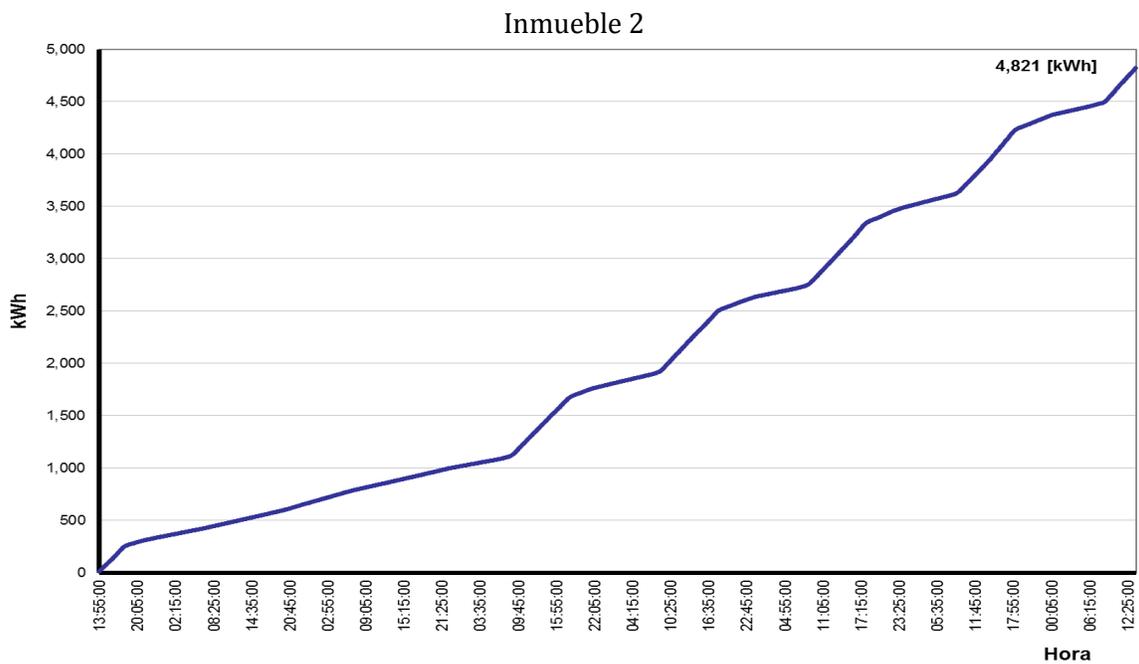
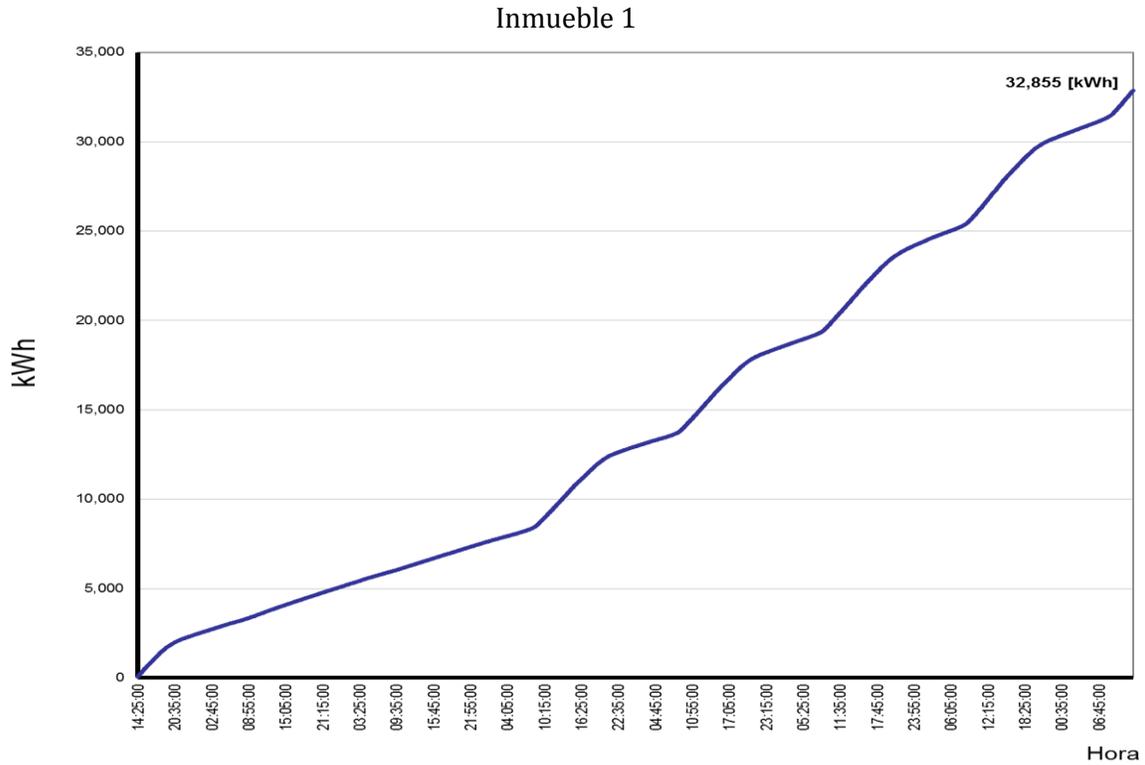
| Cotizaciones | Lámpara | Balastro |
|--------------|---------|----------|
| Propuesta 1 | 50 | |

Costo promedio de energía anual **2.8288**

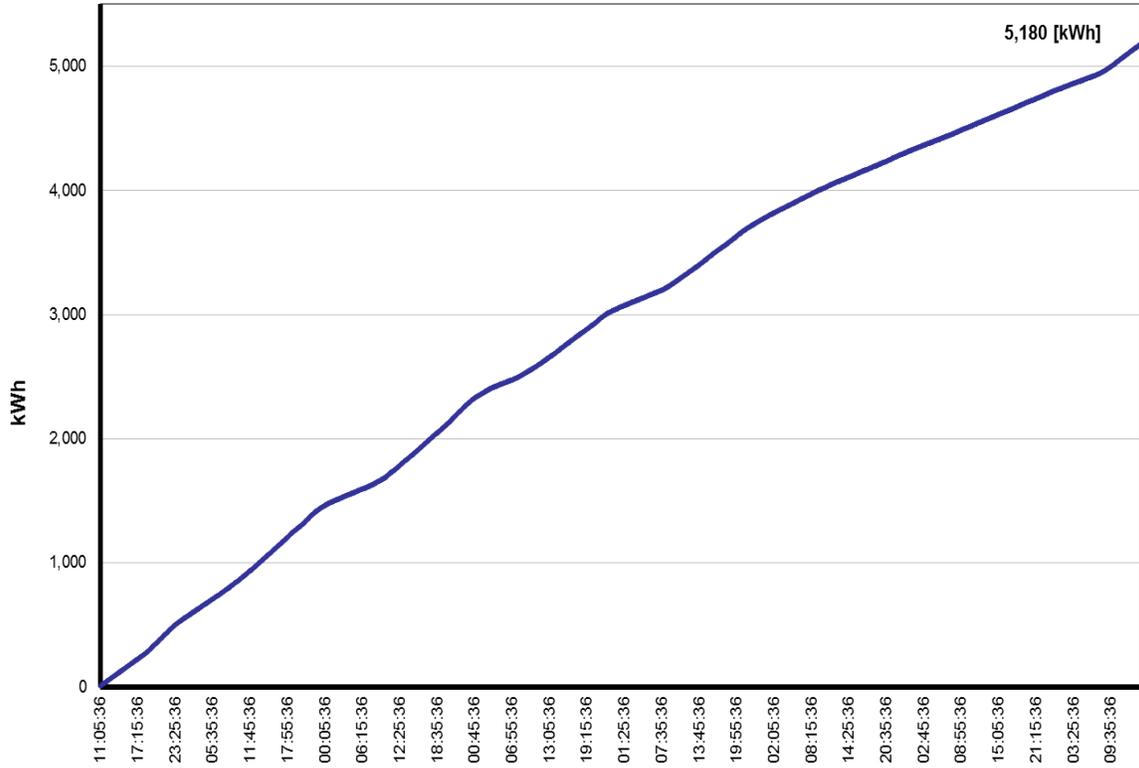
Resumen de todas las medidas del inmueble 4

| MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------|---|----------|------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| MAE | Descripción | | | Ahorros | | | Inversión | TSR | Vida útil |
| | | | | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | | | | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| 1 | Actual | Lámpara | Incandescente 100 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 2 | 96 | 272 | 1,200 | 4 | 13 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 23 W, Bulbo 3U, Vida útil 8,000. | | | | | | |
| 2 | Actual | Lámpara | Incandescente 75 W, Bulbo A55, Vida útil 1,000 hrs. | 0.9 | 203.5 | 575.6 | 750 | 1 | 3 |
| | Propuesta 2 | Lámpara | Fluorescente Compacta 18 W, Bulbo 3U, Vida útil 4,000. | | | | | | |
| 3 | Actual | Lámpara | Incandescente 250 W, Bulbo A65, Vida útil 1,000 hrs. | 2 | 195 | 552 | 2,700 | 5 | 6 |
| | Propuesta 1 | Lámpara | Fluorescente Compacta 65 W, Bulbo T5, Vida útil 10,000. | | | | | | |
| TOTAL | | | | 4 | 495 | 1,400 | 4,650 | 0.3 | 7 |

2.- Gráficas de consumo de energía (Medición)

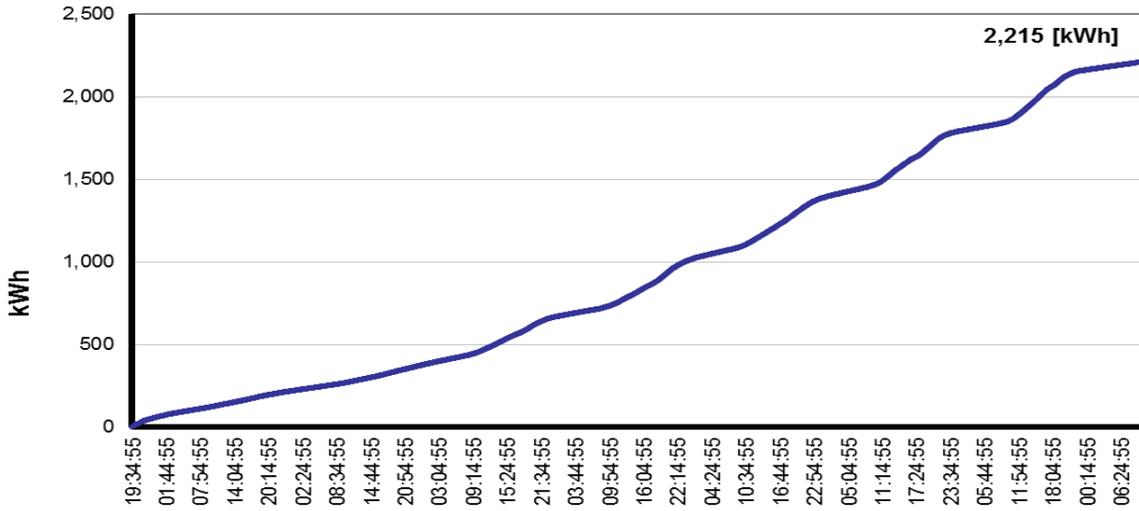


Inmueble 3



Hora

Inmueble 4



Hora

3.- Tabla de Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de la Administración Pública Federal (APF)

Metas de ahorro para inmuebles de uso de oficina

Los inmuebles que alcancen esos índices energéticos deben realizar acciones para mantenerlos o reducirlos.

Tabla 24 Índice Máximo de Consumo de Energía (IMCEE) en inmuebles de uso de oficinas

| Región | ICEE (kWh/m ² -año) | |
|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Inmuebles con aire acondicionado | Inmuebles sin aire acondicionado |
| Norte | 160 | 60 |
| Centro | 100 | 60 |
| Sur | 190 | 60 |

Fuente: Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal

Para estos efectos, se han definido tres regiones, que comprenden a las 32 federativas, como a continuación se describe:

Región Norte: Baja California, Baja California sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

Región Centro: Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

Región Sur: Campeche, Chiapas, Guerrero Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

4.- Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

2. Campo de aplicación

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios no residenciales nuevos con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW; así como a las ampliaciones y modificaciones de los sistemas de alumbrado interior y exterior con carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW de los edificios existentes.

En particular, los edificios cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana son aquellos cuyos usos autorizados en función de las principales actividades y tareas específicas que en ellos se desarrollen, queden comprendidos dentro de los siguientes tipos:

- a) Oficinas
- b) Escuelas y demás centros docentes
- c) Establecimientos comerciales
- d) Hospitales
- e) Hoteles
- f) Restaurantes
- g) Bodegas
- h) Recreación y cultura
- i) Talleres de servicio
- j) Centrales de pasajeros

Para ampliaciones o modificaciones de edificios no residenciales ya existentes, la aplicación de esta Norma queda restringida exclusivamente a los sistemas de alumbrado de dicha ampliación o modificación y no a las áreas construidas con anterioridad.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los siguientes términos se definen como se establece en este capítulo. Los términos no definidos tienen su acepción ordinariamente aceptada dentro del contexto en el que son usados, o bien, definidos en otras normas y publicaciones de carácter oficial.

4.1. Alumbrado general interior. La iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

4.2 Ampliación. Cualquier cambio en el edificio que incrementa la superficie construida y/o el área alumbrada.

4.3 Área cubierta. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que tiene envolvente estructural al menos en su cara superior (techo) y no forzosamente debe tener envolvente estructural en las caras laterales (paredes).

4.4 Área abierta. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que carece de envolvente estructural alguna.

4.5 Carga eléctrica. Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. La carga eléctrica puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de servicio.

4.6 Carga total conectada para alumbrado. Es la suma de la potencia en Watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro.

4.7 Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA). Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m^2 .

4.8 Edificio. Cualquier estructura que limita un espacio por medio de techos, paredes, piso y superficies inferiores, que requiere de un permiso o licencia de la autoridad municipal o delegacional para su construcción.

4.9 Edificios no residenciales. Aquel edificio destinado para uso no habitacional.

4.10 Eficacia. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por Watt (lm/W).

4.11 Eficiencia energética (para fines de esta Norma Oficial Mexicana). Es la que persigue obtener el máximo rendimiento de la energía consumida, a través del establecimiento de valores límite de la DPEA sin menoscabo del confort psicofisiológico de sus ocupantes.

4.12 Equipo permanentemente instalado. Equipo que está fijo en un lugar y que no es portátil o móvil.

4.13 Estacionamiento. Espacio de servicio, que forma parte de un edificio contemplado dentro del campo de aplicación de esta Norma, abierto, cerrado o techado cuya finalidad principal es el resguardo seguro de vehículos automotores.

4.14 Iluminación de acento. Iluminación dirigible para enfatizar un objeto particular o alguna característica de una superficie o para llamar la atención hacia alguna porción del campo visual.

4.15 Iluminación decorativa. La que proporciona un nivel y/o color diferente al de la iluminación general, con propósitos de embellecimiento de algún local o superficie.

4.16 Iluminación general. Ver alumbrado general interior.

4.17 Iluminación localizada. Iluminación dirigida hacia un área o superficie específica, que proporciona iluminación suficiente para la ejecución de una actividad.

4.18 Iluminancia. Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia esta expresada en lux (lx).

4.19 Luminario. Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

4.20 Luminario de acento. El que se emplea para iluminación de acento.

4.21 Modificación. Cualquier cambio en el edificio en el que se incremente la carga total de alumbrado.

4.22 Sistema de alumbrado. Conjunto de equipos, aparatos y accesorios que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio.

4.23 Sistema de alumbrado de emergencia independiente. Es aquel conjunto de equipos y aparatos para alumbrado diseñado para entrar en funcionamiento si falla el sistema de suministro de energía eléctrica. El término independiente se refiere a la autonomía de este sistema de alumbrado con respecto al sistema de alumbrado de operación normal y continua.

5. Clasificación

Para fines de esta Norma Oficial Mexicana los edificios no residenciales se clasifican por su tipo de ocupación en:

5.1 Edificios para oficinas (Oficinas), **5.1.1** Oficinas, **5.2** Edificios para escuelas y demás centros docentes (Escuelas), **5.2.1** Escuelas o instituciones educativas, **5.2.2** Bibliotecas, **5.3** Edificios para establecimientos comerciales (Comercios), **5.3.1** Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades, **5.4** Edificios para Hospitales y Clínicas, **5.4.1** Hospitales, Sanatorios y Clínicas, **5.5** Edificios para Hoteles, **5.5.1** Hoteles, **5.5.2** Moteles, **5.6** Edificios para restaurantes, **5.6.1** Restaurantes, **5.6.2** Cafeterías y venta de comida rápida, **5.6.3** Bares, **5.7** Bodegas, **5.7.1** Bodegas y áreas de almacenamiento, **5.8** Edificio para recreación y cultura, **5.8.1** Salas de cine, **5.8.2** Teatros, **5.8.3** Centros de convenciones, **5.8.4** Gimnasio y centros deportivos, **5.8.5** Museos, **5.8.6** Templos, **5.9** Talleres de servicio, **5.9.1** Talleres de servicio para automóviles, **5.9.2** Talleres, **5.10** Edificio para carga y pasaje, **5.10.1** Centrales y terminales de transporte de carga, **5.10.2** Centrales y terminales de transportes de pasajeros, aéreos y terrestres.

6. Especificaciones

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

| Tipo de edificio | DPEA (W/m ²) |
|--|--------------------------|
| Oficinas | |
| Oficinas | 14 |
| Escuelas y demás centros docentes | |
| Escuelas o instituciones educativas | 16 |
| Bibliotecas | 16 |
| Establecimientos comerciales | |
| Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades | 20 |
| Hospitales | |
| Hospitales, sanatorios y clínicas | 17 |
| Hoteles | |
| Hoteles | 18 |
| Moteles | 22 |
| Restaurantes | |
| Bares | 16 |
| Cafeterías y venta de comida rápida | 19 |
| Restaurantes | 20 |
| Bodegas | |
| Bodegas o áreas de almacenamiento | 13 |
| Recreación y Cultura | |
| Salas de cine | 17 |
| Teatros | 16 |
| Centros de convenciones | 15 |
| Gimnasios y centros deportivos | 16 |
| Museos | 17 |
| Templos | 24 |
| Talleres de servicios | |
| Talleres de servicio para automóviles | 16 |
| Talleres | 27 |
| Carga y pasaje | |

| | |
|--|----|
| Centrales y terminales de transporte de carga | 13 |
| Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres | 16 |

7. Método de cálculo

7.1 Consideraciones generales

La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo, ampliación o modificación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) es:

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

Donde la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) está expresada en W/m^2 , la carga total conectada para alumbrado está expresada en Watts y el área total iluminada está expresada en metro cuadrado.

Se considerará que la instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana si la eficacia de la fuente de iluminación es igual o mayor a lo indicado en 6.1 y las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 6. Especificaciones, de la presente Norma.

Apéndice Informativo.- Los valores de DPEA que se incluyen en este apéndice, tienen como único fin el de orientar sobre los desgloses de los espacios que en diferentes tipos de edificios, de acuerdo con su uso, se están analizando para ser considerados a futuro en las normas.

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (continuación)

| Tipo de edificio | Espacios comunes y DPEA W/m ² | | | | | | | | | | | | | | | Areas específicas y DPEA W/m ² | Potencia adicional permitida * | | |
|------------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------|--------------------------|-------|------------|-----------|----------------|---|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | oficina cerrada | oficina abierta | sala de juntas/usos multiples | salon de clase/lectura/entrenamiento | auditorio | vestibulo | patio interior primeros 3 pisos | patio interior pisos adicionales | area recreativa | restaurante | preparacion de alimentos | baños | corredores | escaleras | almacen activo | | | almacen inactivo | cuarto de maquinas o electricos |
| MUSEOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Museos | 16.1 | 14.0 | 16.1 | 17.2 | | 19.4 | 14.0 | 2.1 | | | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 15.0 | 15.0 | 14.0 | Exhibición | 17.2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Restauración | 26.9 | |
| EDIFICIO DE OFICINAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oficinas | 16.1 | 14.0 | 16.1 | 17.2 | | 19.4 | 14.0 | 2.1 | 15.0 | 15.0 | 23.7 | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Actividades bancarias | 25.8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Laboratorio | 19.4 |
| RECLUSORIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reclusorios | 16.1 | 14.0 | | 15.0 | 20.4 | 19.4 | | | 15.0 | 15.0 | 23.7 | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Celdas | 11.8 |
| EDIFICIOS RELIGIOSOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Edificios religiosos | 16.1 | 14.0 | 16.1 | 17.2 | 34.4 | 19.4 | 14.0 | 2.1 | 15.0 | | 23.7 | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Pulpito, coro | 55.8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Area de feligreses | 24.7 |
| EDIFICIOS VENTAS AL MENUDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventas al menudeo | 16.1 | 14.0 | 16.1 | | | 19.4 | 14.0 | 2.1 | 15.0 | 15.0 | 23.7 | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Area general de ventas | 22.6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Galeria principal | 19.3 |
| EDIFICIOS DEPORTIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Area de deportes | 16.1 | 14.0 | 16.1 | | 5.3 | 19.4 | 14.0 | 2.1 | 15.0 | 15.0 | 23.7 | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Cuadrilátero | 40.8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Cancha deportiva | 46.2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Cancha interior | 28.4 |
| EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almacen | 16.1 | 14.0 | 16.1 | | | 19.4 | 14.0 | 2.1 | | | | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Almacenje material fino | 17.2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Alm. Material med. o granel | 11.8 |
| Estacionamiento | 16.1 | | | | | 19.4 | | | | | | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Area est. autoservicio | 2.1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Area est. Con acomodador | 1.0 |
| TEATROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actuación | 16.1 | | | | 19.4 | 12.9 | 14.0 | 2.1 | 15.0 | | | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | | * |
| Cine | | | | | 14.0 | 8.6 | | | 15.0 | | | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | | * |
| EDIFICIO DE TRANSPORTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transportación | 16.1 | 14.0 | 16.1 | | 10.8 | 19.4 | 14.0 | 2.1 | 15.0 | 15.0 | 23.7 | 10.8 | 7.5 | 9.7 | 11.8 | 3.2 | 14.0 | Aeropuertos-galeria principal | 7.5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Area de equipaje | 14.0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | taquilla | 19.4 |

5.- Indicadores de prefactibilidad

Inmueble 1

Memoria del cálculo de prefactibilidad

| Descripción | Ahorros | | | Inversión | Vida útil | TSR |
|-------------|-----------|--------------|---------------|----------------|-----------|----------|
| | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| TOTAL | 43 | 9,918 | 15,971 | 321,710 | 7 | 2 |

| \$/kWh | kWh/Mes | \$/Mes | \$/Anual |
|--------|---------|--------|----------|
| 1.6104 | 9,918 | 15,971 | 191,654 |

Tasa de descuento

12%

| Años | Inversión | Ahorros | Ingresos |
|------|-----------|---------|----------|
| 0 | -321,710 | 0 | -321,710 |
| 1 | 0 | 191,654 | 191,654 |
| 2 | 0 | 191,654 | 191,654 |
| 3 | -5100 | 191,654 | 186,554 |
| 4 | -250 | 191,654 | 191,404 |
| 5 | 0 | 191,654 | 191,654 |
| 6 | 0 | 191,654 | 191,654 |
| 7 | -5100 | 191,654 | 186,554 |

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Inversión | 321,710 | <i>pesos</i> |
| VPN | 546,857 | <i>pesos</i> |
| Relación B/C | 1.7 | <i>veces</i> |
| TIR | 57% | |
| Vida útil | 7 | <i>años</i> |
| TRS | 1.7 | <i>años</i> |

Inmueble 2

Memoria del cálculo de prefactibilidad

| Descripción | Ahorros | | | Inversión | Vida útil | TSR |
|-------------|-----------|--------------|---------------|----------------|-----------|----------|
| | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| TOTAL | 31 | 7,336 | 15,227 | 244,350 | 6 | 1 |

| \$/kWh | kWh/Mes | \$/Mes | \$/Anual |
|--------|---------|--------|----------|
| 2.0762 | 7,336 | 15,232 | 182,778 |

Tasa de descuento

12%

| Años | Inversión | Ahorros | Ingresos |
|------|-----------|---------|----------|
| 0 | -244,350 | 0 | -244,350 |
| 1 | 0 | 182,778 | 182,778 |
| 2 | 0 | 182,778 | 182,778 |
| 3 | -12550 | 182,778 | 170,228 |
| 4 | 0 | 182,778 | 182,778 |
| 5 | 0 | 182,778 | 182,778 |
| 6 | -12550 | 182,778 | 170,228 |

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Inversión | 244,350 | <i>pesos</i> |
| VPN | 491,836 | <i>pesos</i> |
| Relación B/C | 1.9 | <i>veces</i> |
| TIR | 71% | |
| Vida útil | 6 | <i>años</i> |
| TRS | 1.3 | <i>años</i> |

Inmueble 3

Memoria del cálculo de prefactibilidad

| Descripción | Ahorros | | | Inversión | Vida útil | TSR |
|--------------|-----------|--------------|--------------|---------------|-----------|------------|
| | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| TOTAL | 10 | 3,477 | 5,836 | 23,660 | 14 | 0.3 |

| \$/kWh | kWh/Mes | \$/Mes | \$/Anual |
|--------|---------|--------|----------|
| 1.6781 | 3,477 | 5,836 | 70,029 |

Tasa de descuento

12%

| Años | Inversión | Ahorros | Ingresos |
|------|-----------|---------|----------|
| 0 | -23,660 | 0 | -23,660 |
| 1 | 0 | 70,029 | 70,029 |
| 2 | -8000 | 70,029 | 62,029 |
| 3 | -12500 | 70,029 | 57,529 |
| 4 | -8000 | 70,029 | 62,029 |
| 5 | 0 | 70,029 | 70,029 |
| 6 | -20500 | 70,029 | 49,529 |
| 7 | 0 | 70,029 | 70,029 |
| 8 | 0 | 70,029 | 70,029 |
| 9 | -12500 | 70,029 | 57,529 |
| 10 | -8000 | 70,029 | 62,029 |
| 11 | 0 | 70,029 | 70,029 |
| 12 | -20500 | 70,029 | 49,529 |
| 13 | -1710 | 70,029 | 68,319 |
| 14 | -8000 | 70,029 | 62,029 |

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Inversión | 23,660 | <i>pesos</i> |
| VPN | 395,383 | <i>pesos</i> |
| Relación B/C | 6 | <i>veces</i> |
| TIR | 286% | |
| Vida útil | 14 | <i>años</i> |
| TRS | 0.3 | <i>años</i> |

Inmueble 4

Memoria del cálculo de prefactibilidad

| Descripción | Ahorros | | | Inversión | Vida útil | TSR |
|--------------|----------|------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | kW | kWh/mes | \$/mes | \$ | Años | Años |
| TOTAL | 4 | 495 | 1,400 | 4,650 | 7 | 0.3 |

| \$/kWh | kWh/Mes | \$/Mes | \$/Anual |
|--------|---------|--------|----------|
| 2.8288 | 495 | 1,400 | 16,798 |

Tasa de descuento

12%

| Años | Inversión | Ahorros | Ingresos |
|------|-----------|---------|----------|
| 0 | -4,650 | 0 | -4,650 |
| 1 | 0 | 16,798 | 16,798 |
| 2 | 0 | 16,798 | 16,798 |
| 3 | -750 | 16,798 | 16,048 |
| 4 | 0 | 16,798 | 16,798 |
| 5 | 0 | 16,798 | 16,798 |
| 6 | -3450 | 16,798 | 13,348 |
| 7 | 0 | 16,798 | 16,798 |

| | | |
|--------------|---------------|--------------|
| Inversión | 4,650 | <i>pesos</i> |
| VPN | 69,731 | <i>pesos</i> |
| Relación B/C | 10 | <i>veces</i> |
| TIR | 361% | |
| Vida útil | 7 | <i>años</i> |
| TRS | 0.3 | <i>años</i> |

Conjunto de inmuebles

Memoria del cálculo de prefactibilidad

| Descripción | Ahorros | | | Inversión | Vida útil | TSR |
|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|------------|
| | Demanda | Consumo | Económico | | | |
| | kW | kWh/mes | \$/anual | \$ | Años | Años |
| Inmueble 1 | 43 | 9,918 | 191,654 | 321,710 | 7 | 2 |
| Inmueble 2 | 31 | 7,336 | 182,778 | 244,350 | 6 | 1 |
| Inmueble 3 | 10 | 3,477 | 70,029 | 23,660 | 14 | 0 |
| Inmueble 4 | 4 | 495 | 16,798 | 4,650 | 7 | 0 |
| TOTAL | 88 | 21,226 | 461,259 | 594,370 | 9 | 1.3 |

Tasa de descuento

12%

| Años | Inversión | Ahorros | Ingresos |
|------|-----------|---------|----------|
| 0 | -594,370 | 0 | -594,370 |
| 1 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 2 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 3 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 4 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 5 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 6 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 7 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 8 | 0 | 461,259 | 461,259 |
| 9 | 0 | 461,259 | 461,259 |

| | | |
|--------------|------------------|--------------|
| Inversión | 594,370 | <i>pesos</i> |
| VPN | 1,863,335 | <i>pesos</i> |
| Relación B/C | 3 | <i>veces</i> |
| TIR | 77% | |
| Vida útil | 9 | <i>años</i> |
| TRS | 1.3 | <i>años</i> |

6.- Empresas Recicladoras en México

D.F y Estado de México

David Ramírez Sosa Arrieta, ubicado en Juana Villalobos 107, Col. Del Maestro, Tel. (618) 8 -18-91-81. Sistemas Integrales de Residuo Industriales, S. de R.L; López Cotilla 835 Col del Valle, Benito Juárez, Tel. 5682 5876

Puebla

Guillermo Martínez Hernández, Camino a San Miguel Espejo No. 2801, Chachapa, Amozoc, Tel. (222) 199 6595, (222) 462 0410 (Fax). Rubén Caballero Juárez, Calle 2 de abril no. 10 Santa Mari, Texmelucan, Santa Rita Tlahuapan, Tel. (248) 482 0222

Baja California

AISA de México, S.A de C.V, Av. Juan Alessio No. 12440-B, Parque Industrial el Pacifico, Tijuana, Tel. (664) 250 7468.

Querétaro

Procesos Ambientales Alfa, S.A. de C.V.; Calle 2 No. 8, Fracc. Benito Juárez, Querétaro, Tel. 217 01 41. Gen Industrial, S.A. de C.V. Acceso II No. 68, Zona Industrial Benito Juárez, Querétaro, Tels. (442) 210 42 10, (442) 210 42 20, (442) 210 42 44

San Luis Potosí

Empresa Ambiental, S. A. de C.V. Pintores 175, Parque Industrial Impulso, San Luis Potosí.

Tamaulipas. Juan Chávez Loredó, Manzana 38-A Calle C-2 Esquina C-15 Fraccionamiento Mexplus, Altamira, Tels. (833)226 4772, (833)226 4773, (833)226 4774.

Lista de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Consumo Nacional de Energía | 5 |
| Tabla 2 Consumo final de la energía (petajoules) | 7 |
| Tabla 3 Consumo final de energía: sector residencial, comercial y público | 8 |
| Tabla 4 Comparativa de las características de las Lámparas | 26 |
| Tabla 5 Distribución de Flujo luminoso | 30 |
| Tabla 6 Etapas de los Diagnósticos Energéticos | 33 |
| Tabla 7 Aspectos a diagnosticar de las medidas de ahorro de energía | 35 |
| Tabla 8 Características de los diagnósticos | 38 |
| Tabla 9 Características de los inmuebles | 45 |
| Tabla 10 Inmueble 1: Datos históricos de la factura eléctrica | 46 |
| Tabla 11 Inmueble 1: Comportamiento de la demanda eléctrica | 50 |
| Tabla 12 Inmueble 2: Datos históricos de la factura eléctrica | 53 |
| Tabla 13 Inmueble 2: Comportamiento de la demanda eléctrica | 57 |
| Tabla 14 Inmueble 3: Datos históricos de la factura eléctrica | 60 |
| Tabla 15 Inmueble 3: Comportamiento de la demanda eléctrica | 64 |
| Tabla 16 Inmueble 4: Datos históricos de la factura eléctrica | 67 |
| Tabla 17 Situación Actual | 74 |
| Tabla 18 Propuesta de situación posterior | 74 |
| Tabla 19 Resumen de Ahorros | 75 |
| Tabla 20 Resumen de Indicadores de Rentabilidad | 78 |
| Tabla 21 Resumen Individual de los Indicadores de Rentabilidad | 78 |
| Tabla 22 Cantidad y Tipo de Lámparas a Sustituir | 79 |
| Tabla 23 Resumen de los indicadores actuales y propuestos | 86 |
| Tabla 24 Índice Máximo de Consumo de Energía (IMCEE) en inmuebles de uso de oficinas | 126 |

Lista de gráficas

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 Distribución del Consumo Nacional de Energía | 5 |
| Gráfica 2 Distribución del consumo final de energía por sector | 7 |
| Gráfica 3 Distribución del consumo final de energía por sector residencial, comercial y público | 8 |
| Gráfica 4 Tipo de Combustible | 9 |
| Gráfica 5 Distribución de la generación de la energía | 10 |
| Gráfica 6 Inmueble 1: Consumo Mensual (kWh) | 47 |
| Gráfica 7 Inmueble 1: Demanda Total | 49 |
| Gráfica 8 Inmueble 1: Factor de Potencia | 51 |
| Gráfica 9 Inmueble 1: Tipo de tecnología | 52 |
| Gráfica 10 Inmueble 2: Consumo Mensual (kWh) | 54 |
| Gráfica 11 Inmueble 2: Demanda Total | 56 |
| Gráfica 12 Inmueble 2: Factor de Potencia | 58 |
| Gráfica 13 Inmueble 2: Tipo de tecnología | 59 |

| | |
|--|----|
| Gráfica 14 Inmueble 3: Consumo Mensual (kWh) | 61 |
| Gráfica 15 Inmueble 3: Demanda Total | 63 |
| Gráfica 16 Inmueble 3: Factor de Potencia | 65 |
| Gráfica 17 Inmueble 3: Tipo de tecnología | 66 |
| Gráfica 18 Inmueble 4: Consumo Mensual (kWh) | 68 |
| Gráfica 19 Inmueble 4: Demanda Total | 69 |
| Gráfica 20 Inmueble 4: Factor de Potencia | 71 |
| Gráfica 21 Inmueble 4: Tipo de tecnología | 72 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Oportunidades de Ahorros de Energía: Sistemas | 16 |
| Figura 2 Oportunidades de Ahorros de Energía en Edificios No Residenciales | 17 |
| Figura 3 Tipo de Lámparas | 19 |
| Figura 4 Tipo de Pin en Lámparas Fluorescentes | 22 |
| Figura 5 Tipos de Lámparas Compactas Fluorescentes | 23 |
| Figura 6 Tipos de Bases en LFC's | 24 |
| Figura 7 Tipos de LFC's | 24 |

Lista de diagramas

| | |
|--|----|
| Diagrama 1 Primer propuesta de programa | 82 |
| Diagrama 2 Segunda propuesta de programa | 84 |