



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO

**TESINA PROFESIONAL
Para obtener el grado de
ESPECIALISTA EN AHORRO
Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

**PRESENTA
ING. GILBERTO ESCUDERO HERVERT**

**DIRECTORA DE TESINA
DRA. M. AZUCENA ESCOBEDO IZQUIERDO**



Ciudad Universitaria, México 2015



| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| CAPITULO I INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 5 |
| CAPITULO II ANÁLISIS ENERGÉTICO, CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO DE OFICINA | 12 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DE CASO DE ESTUDIO | 12 |
| 2.2 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN | 12 |
| 2.3 CARGAS | 14 |
| 2.4 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES..... | 15 |
| 2.5 CENSO DE ILUMINACIÓN | 16 |
| 2.6 CENSO AIRE ACONDICIONADO | 18 |
| 2.7 CENSO DE EQUIPO DE CÓMPUTO | 19 |
| 2.8 CENSO MISCELÁNEOS..... | 20 |
| 2.9 CENSO FUERZA (MOTORES ELÉCTRICOS)..... | 21 |
| NORMATIVIDAD VIGENTE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN..... | 22 |
| CAPITULO III ANALISIS DE INFORMACIÓN Y MEDIDAS DE AHORRO..... | 23 |
| 3.1 PROPUESTAS DE AHORRO DE ENERGÍA | 23 |
| 3.2 MEDIDAS RENTABLES A IMPLEMENTAR..... | 24 |



| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 PROPUESTAS OPERATIVAS | 24 |
| 3.2.2 PROPUESTAS DE INVERSION | 24 |
| 3.3 ILUMINACIÓN (REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN) .. | 26 |
| CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 27 |
| 4.1 CONCLUSIONES..... | 27 |
| 4.2 RECOMENDACIONES..... | 28 |
| ANEXOS | 29 |
| ANEXO 1: CENSO DE CARGAS. ILUMINACIÓN | 29 |
| ANEXO 2: CENSO DE CARGAS. AIRE ACONDICIONADO..... | 29 |
| ANEXO 3: CENSO DE CARGAS. MISCELÁNEOS..... | 30 |
| ANEXO 4: CENSO DE CARGAS. FUERZA | 31 |
| ANEXO 5: PROPUESTAS DE ILUMINACIÓN CAMBIO TECNOLÓGICO..... | 31 |
| FICHAS TECNICAS DE ILUMINACIÓN | 32 |
| BIBLIOGRAFIA | 39 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Resultados 2012 vs 2013 de las disposiciones administrativas de ahorro de energía..... | 8 |
| Tabla 2. Consumo Anual 2013..... | 13 |
| Tabla 3. Normas de iluminación..... | 22 |
| Tabla 4. Ahorros proyectados..... | 23 |
| Tabla 5. Ahorro por medidas operativas..... | 24 |
| Tabla 6. Ahorro por medidas de inversión..... | 25 |
| Tabla 7. Iluminación por sustitución tecnológica, periodo simple de recuperación..... | 26 |
| Tabla 8. DPEA e ICEE proyectado..... | 26 |
| Tabla 9. Censo de cargas iluminación..... | 29 |
| Tabla 10. Censo de Aire Acondicionado..... | 29 |
| Tabla 11. Censo de Cargas Misceláneos..... | 30 |
| Tabla 12. Censo de Cargas Fuerza..... | 31 |



ÍNDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| Gráfica 1. Inmuebles de la APF registrados durante 2013..... | 6 |
| Gráfica 2. Consumo de Electricidad vs ICEE de edificios de la APF..... | 7 |
| Gráfica 3. Balance de energía anual..... | 15 |
| Gráfica 4. Distribución del consumo por tipo de tecnología en iluminación..... | 16 |
| Gráfica 5. Iluminación Consumo por Sistema..... | 17 |
| Gráfica 6. Consumo Aire Acondicionado..... | 18 |
| Gráfica 7. Consumo del equipo de Cómputo..... | 19 |
| Grafica 8. Consumo de Misceláneos..... | 20 |
| Grafica 9. Consumo Anual del Sistema de Fuerza..... | 21 |



RESUMEN

Durante el año 2013, se realizó un Diagnóstico Energético en oficinas públicas ubicadas en la Cd. Pachuca de Soto en el estado de Hidalgo, donde se estudió el consumo energético y sus usos finales, para de esta manera proponer medidas de ahorro y uso eficiente de la energía de acuerdo a las necesidades específicas del mismo.

El inmueble en estudio presenta las siguientes características, el edificio está sobre una superficie de 1,384m² de terreno sobre la cual está la construcción de 2,089m² donde laboran 235 personas de manera fija, están a su vez están distribuidas dentro de los tres niveles que comprende dicho inmueble que se localiza en la zona centro del país y está clasificado como un edificio con aire acondicionado, se encuentra dentro de la tarifa 3, y posee un consumo promedio mensual de 11,310kWh que representa una facturación de \$36,003.00 M.N.

Los índices que maneja son, Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) el que tiene el edificio es de 64.97 kWh/m² año, Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) el actual es de 13.94 W/m², los luxes medidos promedio es de 360 lx, y todos los anteriores índices se encuentran dentro de las normas aplicables a iluminación.

Dentro de todos los sistemas consumidores de energía, el sistema de iluminación interior por si solo representa un consumo de 45% (siendo el más representativo), esto derivado del uso de tecnología obsoleta como focos incandescentes así también lámparas fluorescentes 2X75WT12. El estudio se realizó mediante un censo de cargas, el resultado, fue contrastado con la información proporcionada por la administración del edificio y de esta manera tener un parámetro de comparación en cuanto al consumo y facturación del año en estudio, en base a este cruce de información proporcionar las medidas más rentables económicamente, siempre cuidando la zona de confort del personal que ahí labora.

El inmueble en estudio fue construido en el año 1896 motivo por el cual está protegido por el INAH al ser considerado un edificio histórico, razón por la cual no se le pueden hacer modificaciones que dañen, cambien o modifique su arquitectura.

Como resultado del presente estudio y una vez implementados el total de las recomendaciones, se proyectó un ahorro anual del 27.1%., este ahorro es resultado del Diagnóstico Energético empleado en este edificio mediante el cual se analizan todas las formas de energía que utilizan así como los usos finales de la misma y mediante este instrumento se conoce como, cuando y donde se utiliza la energía eléctrica dentro de este inmueble.



JUSTIFICACIÓN

En años recientes hemos sido testigos del incremento que se han generado a los precios de la energía eléctrica. Esto como resultado de la implementación de medidas por parte del Gobierno Federal y aunado a la presión internacional por la libre competencia en materia de energéticos en nuestro país.

Nadie está exento a este hecho, tal es el caso del edificio en estudio en el cual observamos que los usos finales de la energía eléctrica propician un desperdicio de la misma en varios de los sistemas aquí instalados es por este motivo que es de vital importancia contar con una Diagnóstico Energético que nos permita conocer a fondo los problemas energéticos que se presentan y que se ve reflejado directamente en el incremento del pago de la facturación que mes con mes presentan un comportamiento muy distinto tanto en la demanda como en el consumo de la energía eléctrica.

El uso de manera irracional e inadecuado de la energía propicia un incremento en el consumo desmedido de los recursos no renovables mediante el cual México genera gran parte del suministro de la electricidad, esto nos genera otro gran problema que es la alta emisión de gases de efecto invernadero que afecta tanto el entorno local del País que lo produce así como a nivel Internacional.

Derivado de lo anterior aplicaremos un Diagnóstico Energético cuyo resultado nos permitirá conocer la forma y el fondo de los problemas energéticos que presenta este edificio.

Una de las principales ventajas de realizar este proyecto, es que será un ejemplo para todos los edificios públicos restantes, que al ver los resultados positivos de implementar las medidas correspondientes actuarán de la misma manera en sus respectivos centros de trabajo para coadyuvar en medida de sus posibilidades a disminuir el consumo y la facturación eléctrica, que en conjunto tengan un mayor impacto en la mitigación de gases de efecto invernadero, todo esto sin afectar en lo absoluto las actividades que ahí se llevan a cabo y respetando en todo momento la zona de confort del personal fijo, personal flotante y de los usuarios.

Es importante señalar que en la actualidad no existe mucha información en lo que respecta a este tipo de edificios en materia de Diagnóstico Energético lo que sin duda será un aporte importante en esta materia para el personal y público en general interesado en el tema.



OBJETIVO GENERAL

Determinar dónde, cómo y cuándo se utiliza la energía eléctrica, además el presente trabajo nos brindará información apropiada para establecer los planes y procedimientos adecuados para lograr las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía más apropiadas para este inmueble y de esta manera fijar las metas del proyecto en un tiempo razonable de acuerdo al estudio económico que nos permita asegurar una favorable inversión, a la vez de inculcar entre los trabajadores el óptimo aprovechamiento sustentable de la energía, mediante la aplicación de medidas y de mejores prácticas y en caso de ser necesario la implementación de cursos de actualización para el uso eficiente de la energía en los diferentes sistemas consumidores de energía.

Para poder lograr este punto nos apoyaremos en un Diagnostico Energético que será el medio para poder conocer el comportamiento energético y en base a esto conseguir la mayor eficiencia y ahorro de energía que se traduzca en una menor facturación, y de esta manera contar con un periodo de recuperación de la inversión a corto plazo.



CAPITULO I INTRODUCCIÓN

Es indispensable el ahorro de la energía eléctrica ya que son componentes fundamentales para el futuro del desarrollo sustentable del sector energético mexicano. Actualmente existe una área de suma interés en el gobierno y sus edificios públicos (Administración Pública Federal) para abatir costos de facturación eléctrica, es por eso que el gobierno está interesado en llevar a cabo proyectos de inversión en dicha área.

El edificio en estudio donde se realizara un Diagnóstico Energético es de oficinas en la totalidad de las instalaciones, se localiza en la zona centro del país y se encuentra dentro de los parámetros permitidos por las normas aplicables esto en su nivel de iluminación en centros de trabajos la NOM-025-STPS-2008, así como los niveles de densidad de potencia eléctrica en alumbrado, referente a la NOM-007-ENER-2004, todo esto debido a que cuenta con tecnologías obsoletas en el sistema de iluminación. El presente inmueble cuenta con un servicio de suministro de la CFE con una tarifa 03, una demanda contratada de 78 kW, una carga conectada de 68 kW, cuentan con un correcto factor de potencia de 99.99 por el que obtienen bonificaciones.

El Diagnostico Energético es un estudio de todos los sistemas de consumidores de energía eléctrica y de esta manera cuantificar como y donde se utiliza la energía y en base a estos datos poder ofrecer alternativas confiables de ahorro de energía

En términos generales el edificio se encuentra en buenas condiciones físicas no así su sistema de cableado el cual se puede observar está en una situación precaria



1.1 ANTECEDENTES

El tema de ahorro y uso eficiente de la energía ha venido tomando gran relevancia en la última década en nuestro país, esto como resultado de la gran dependencia de México por el consumo de energías no renovables, las cuales a la par son las más contaminantes y causantes del efecto invernadero que sufrimos durante el presente por malas políticas tomadas en el pasado en materia energética. El edificio en estudio se puede considerar dentro de los edificios de la Administración Pública Federal (APF).

Sin embargo, es a partir de la creación de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2008) que se han definido mecanismos (como protocolo, disposiciones y/o lineamientos), mediante los cuales se obliga a que los operadores de edificios, flotas vehiculares e instalaciones industriales, integren comités internos, reporten los consumos de equipos e instalaciones y cumplan con metas anuales de ahorro de energía.

Una referencia importante es que, como parte de los requerimientos solicitados por la CONUEE para el ejercicio fiscal 2012, se implanto la obligación de llevar a cabo un Diagnóstico Energético (DE) con el objetivo de identificar y cuantificar las oportunidades de ahorro para cada uno de los usuarios de energía, lo cual permitió definir potenciales de ahorro de energía en la Administración Pública Federal (APF).

De esta manera, en el rubro de inmuebles se identificó un potencial de ahorro de energía del 16% por medidas operativas y de inversión para cambios de equipos. De este potencial, la mayor parte se ubicó en la iluminación interior (37% del consumo de iluminación) y el aire acondicionado (32% del consumo de este uso final), mientras que el resto se ubicó, en una menor medida, en otras acciones relacionadas con la iluminación exterior, envolventes de edificios, motores eléctricos y otros.

Finalmente, en el rubro de instalaciones industriales, se identificaron potenciales de ahorro equivalente al 6% por medidas operativas y de inversiones para cambio de equipos, lo cual equivale a cerca de 22 millones de barriles equivalentes de petróleo (BEP) al año.

Bajo esta perspectiva, para el ejercicio fiscal 2013, la CONUEE preparó las correspondientes Disposiciones Administrativas, en el afán de simplificar y mejorar la operación general del programa eliminando el envío de información sobre los inmuebles de la Administración Pública Federal (APF) por parte de sus



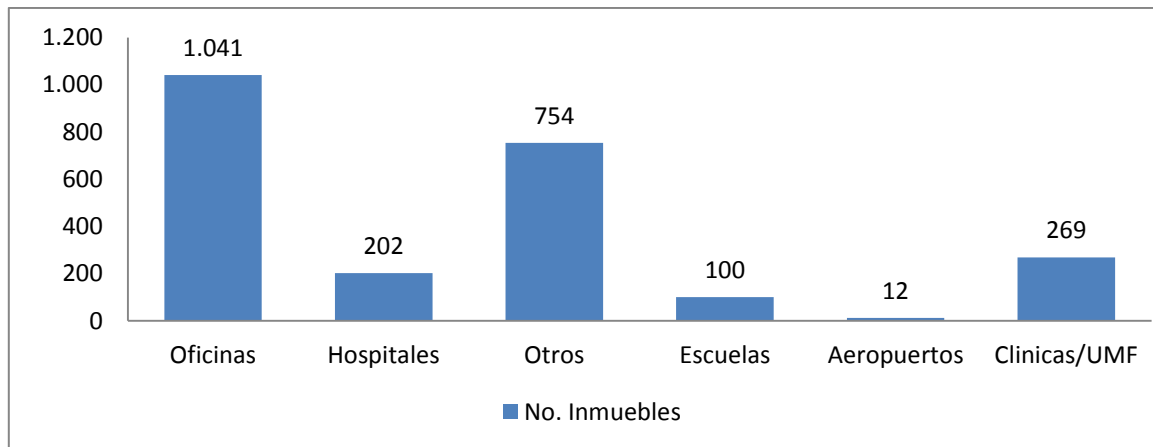
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



operadores, para obtenerla directamente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); modernizar el sistema computacional para el registro y seguimiento de resultados; y, por primera vez, establecer metas de ahorro de energía puntuales a los usuarios intensivos en el uso de la energía.

El universo de instalaciones y equipos operadas por las dependencias y entidades de la APF incluyen inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales, entendiendo por dependencias a las Secretarías de Estado, sus órganos administrativos desconcentrados, la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal, la Presidencia de la República, la Procuraduría General de la República y los Tribunales Administrativos, y por entidad, a los órganos paraestatales que forman parte de la APF, en los términos de su Ley Orgánica.

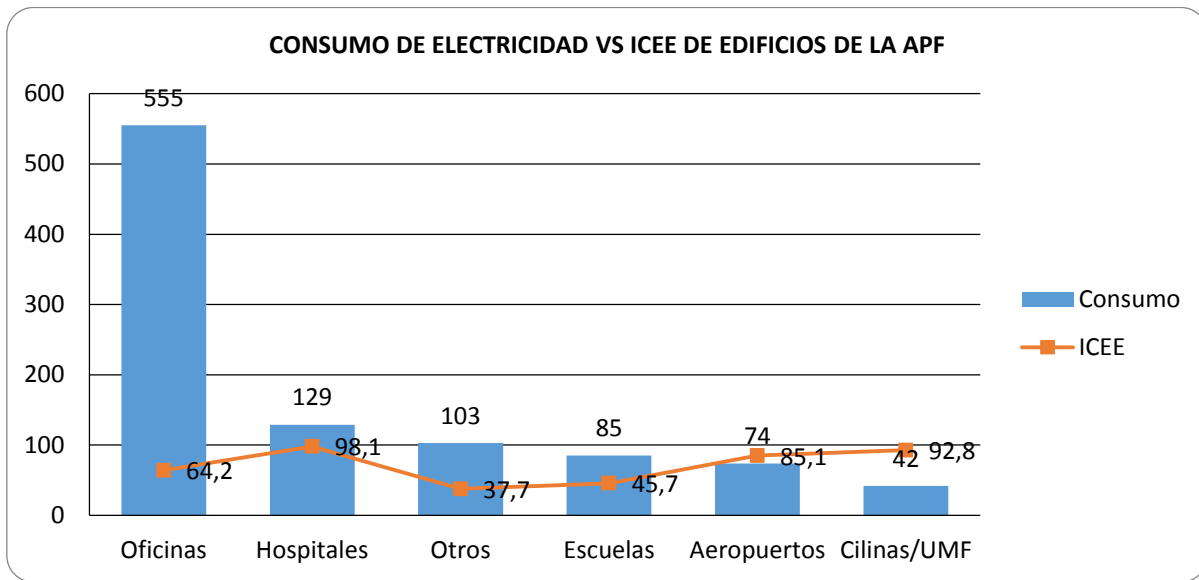
En 2013, se registraron ante la CONUEE 6,974 edificios en 2,378 inmuebles, que comprenden una superficie cercana a los 17.5 millones de metros cuadrados. De estos inmuebles, 44% son oficinas y el resto tiene otros usos, como hospitales, aeropuertos, entre otros. Asimismo, el área promedio por inmueble es de 7,336m²; para el caso de inmuebles con uso de oficina, su área promedio es de 8,309m², como lo muestra la Gráfica 1.



Gráfica 1. Inmuebles de la APF registrados durante el 2013

Fuente: Informe de resultados de Ahorro de Energía 2013, programa de eficiencia energética en la APF

El consumo de energía del total del universo de inmuebles registrados fue de 998.04 millones de kWh al año. De ese total, las oficinas representan el 56% del consumo de energía eléctrica, con un índice de consumo de energía eléctrica (ICEE) promedio de 64.2 kWh/m²-año, como se observa en la Gráfica 2 que se muestra a continuación.



Grafica 2. Consumo de Electricidad vs ICEE de edificios de la APF

Fuente: Informe de resultados de Ahorro de Energía 2013, programa de eficiencia energética en la APF

Resultado de lo anterior, fue que durante el año 2013 el programa de Ahorro de Energía en la APF, obtuvo ahorros estimados en más de \$3,500 millones de pesos, según consta en el Informe de Resultados correspondientes al año pasado, la cifra anterior engloba: 2.7 millones de barriles de petróleo equivalente (BEP) en consumos evitados en instalaciones industriales, principalmente de PEMEX y de la CFE; 16.2 millones de kWh ahorrados en 2,378 inmuebles públicos (en su mayoría oficinas).

Disposiciones administrativas para el ahorro de energía 2013

Las Disposiciones Administrativas de carácter general en materia de eficiencia energética en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de la APF fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Julio de 2013.

A partir del objetivo de mejorar los resultados de las acciones de ahorro de energía dentro de la APF, estas disposiciones incorporaron cambios sustanciales respecto a instrumentos emitidos anteriormente.

En particular, las nuevas reglas se definieron para reducir los trámites administrativos por parte de los responsables y modernizar el sistema computacional para facilitar el registro de información y seguimiento de resultados, además de incorporar la obligatoriedad de cumplimiento de metas puntuales de ahorro para los usuarios más intensivos en el uso de la energía.



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



Para inmuebles, se estableció una meta de ahorro de energía del 3% para aquellos inmuebles de uso de oficina, propio o arrendado, que contaran con una superficie construida mayor a 1,000 metros cuadrados, un consumo superior a 50,000 kWh durante el año 2012, cuya facturación eléctrica no hubiese estado compartida con otro usuario, y con un Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) mayor a 80 kWh/m²año.

El resultado de las disposiciones administrativas anteriores fueron las siguientes, ver tabla 1, que se muestra a continuación

| Inmuebles | Número de inmuebles | Consumo de energía [MWh] | | Ahorro logrado 2012 Vs. 2013 | |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------|------------------------------|-------|
| | | 2012 | 2013 | MWh | % |
| Alcanzaron su meta de ahorro | 156 | 132,969 | 109,372 | 23,597 | 17.7% |
| No alcanzaron su meta | 140 | 143,605 | 151,026 | -7,421 | -5.2% |
| No pudieron evaluarse | 53 | - | - | - | n.a. |
| Total | 349 | 276,574 | 260,398 | 16,176 | 12.6% |

Tabla 1. Resultados 2012 vs 2013 de las disposiciones administrativas de ahorro de energía
Fuente: Informe de resultados de Ahorro de Energía 2013, programa de eficiencia energética en la APF

Para estimar el ahorro de energía logrado durante 2013, se compararon los ICEE de 2012 respecto del año 2013 para cada inmueble.

De esta forma, el ahorro de electricidad estimado para 2013 fue de 16.2 GWh, que representa una disminución promedio del consumo de energía del 5.8%, lo cual supera, en promedio, la meta de reducción de 3%.

*Informe de resultados de Ahorro de Energía 2013, programa de eficiencia energética en la APF



Es importante mencionar que la eficiencia energética consiste en aplicar una serie de acciones que permitan optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y el producto final del proceso. Esto se logra a través de la implementación de ciertas medidas de ahorro energético que se clasifican de la siguiente manera:

- a) Medidas de inversión.- son todas aquellas que requieren de una inversión inicial para reducir los consumos y está acompañado de un estudio económico.
- b) Medidas operativas.- se le conoce así a las medidas que necesitan de una serie de pasos para llegar al ahorro y no requiere de inversión.
- c) Medidas educativas.- son las que se encargan de concientizar al personal en la correcta utilización de la energía en todas sus formas.

El aplicar las medidas antes mencionadas tiene como principal fin llegar a una sustentabilidad energética todo esto sin perder en calidad de vida o zonas de confort en todos los ámbitos de la vida, además de ahorrar energía, esto implica disminuir la dependencia energética, reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), mejorar la calidad de vida, todo esto sin comprometer los recursos no renovables a las futuras generaciones.

El 29 de noviembre de 2009 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la primera versión del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Pronase), dando cumplimiento a la entonces recién publicada Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), la cual estuvo disponible en el DOF el día 28 de noviembre de 2008, como resultado de la Reforma Energética del mismo año.

El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012 buscó atender a los consumidores finales de la energía, en siete áreas de oportunidad: iluminación, transporte, edificaciones, equipos del hogar e inmuebles, cogeneración, motores industriales y bombas de agua.

Una lección aprendida de este primer esfuerzo fue que para mejorar la eficiencia energética y lograr capturar los potenciales de ahorro de energía, se debe prestar atención no solo a la política, sino también a la creación de arreglos institucionales y mecanismos de coordinación que garanticen los recursos, la participación y seguimiento de todos los interesados en las acciones prioritarias para el país.



En esta primera versión del Pronase sólo incluyó acciones de ahorro dirigidas al consumo final y la cogeneración. Sin embargo, no se consideró otros elementos de la cadena productiva de la energía del país, conforme a lo señalado en LASE, en referencia a la definición del aprovechamiento sustentable de energía, dejando fuera las actividades de explotación, producción y transformación de las empresas de Estado, como son Pemex y CFE.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 es el principal instrumento de planeación, ya que precisa las prioridades nacionales que se busca alcanzar con las acciones de gobierno mediante objetivos, estrategias y líneas de acción.

El 20 de mayo de 2013 se publicó en el DOF el “Decreto por el que se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (Decreto del PND). En él se establece que los objetivos, metas, estrategias y líneas de acción contenidos en el PND 2013-2018 regirán la actuación de las dependencias y entidades de la APF.

La relación del PND 2013-2018 con los programas del sector energía se encuentran plasmados en el meta nacional “México Próspero”, específicamente en el objetivo 4.6 “Abastecer de energía el país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.” Del cual se desprenden dos estrategias.

- ❖ Estrategia 4.6.1. Asegurar el abastecimiento de petróleo crudo, gas natural y petrolífero que demanda el país
- ❖ Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

Asimismo, de manera específica la Prosener establece “Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.”

Objetivos de Prosener

- ❖ Diseñar y desarrollar programas y acciones que propicien el uso óptimo de energía en procesos y actividades de la cadena energética nacional.
- ❖ Fortalecer la regulación de la eficiencia energética para aparatos y sistemas consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país.
- ❖ Fortalecer los sistemas e instancias de gobernanza de la eficiencia energética a nivel federal, estatal y municipal e integrando instituciones públicas, privadas, académicas y sociales.
- ❖ Fomentar el desarrollo de capacidades técnicas y tecnológicas vinculadas al aprovechamiento sustentable de la energía.



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



- ❖ Contribuir en la formación y difusión de la cultura del ahorro de energía entre la población.
- ❖ Promover la investigación y desarrollo tecnológico en eficiencia energética.

Derivado de lo anterior y con la finalidad de que el presente edificio en estudio se encuentre dentro de las normas oficiales aplicables tanto de la SENER y de la STPS, en el tema de ahorro y uso eficiente de la energía, se procederá a realizar el estudio energético, tomando como base el consumo de energía del año 2013, los resultados son los siguientes.

Un Diagnostico Energético, es la aplicación de un conjunto de técnicas que permiten determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía así como el uso final de estas. Parte importante del ahorro energético consiste en eficientar todos y cada uno de los equipos y sistemas utilizados dentro de estas oficinas.

En la actualidad estas oficinas tienen un consumo anual de 137,720kWh que nos representa una facturación de \$432,037 M.N., al año, están contratados en tarifa 3 y mantienen un correcto factor de potencia de 99.99, presentan un consumo uniforme a lo largo del año. El inmueble es de carácter histórico motivo por el cual no se le pueden hacer modificaciones a su construcción.

Durante el estudio se identificó al sistema de iluminación como el principal consumidor de energía al presentar un consumo del 45% del total, por consecuencia donde se presenta la mayor área de oportunidad, este sistema cuenta con tecnología obsoleta como focos incandescentes, nulo mantenimiento al observar los reflectores sucios y uso inadecuado del sistema. Los demás sistemas analizados como lo son el sistema de cómputo representan un 24% siendo el segundo sistema consumidor de energía en tanto el sistema de aire acondicionado aporte un 20%, los equipos de misceláneos 9% y por último el sistema de fuerza tan solo el 2% del total del consumo.

Se plantea un retrofit al sistema de iluminación con tecnología LED así como T8 y T5, cuidando en todo momento cumplir con los estándares y normas aplicables a estos sistemas y se proyectaron ahorros del orden del 26.6% tan solo en iluminación.

*Comisión Nacional para el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)



CAPITULO II ANÁLISIS ENERGÉTICO, CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO DE OFICINA

2.1 DESCRIPCIÓN DE CASO DE ESTUDIO

Para llevar a cabo el presente trabajo realizaremos un Diagnostico Energético dentro del edificio de oficinas en estudio, el cual cuenta con una área construida de 2,089m², está dividido en tres niveles, se encuentra dentro de los parámetros permitidos del ICEE en el que tiene 64.97 kWh/m² y cuenta con un índice del DPEA de 13.94 W/m²., presenta una facturación anual de \$468,178 M.N., durante un recorrido previo se observó que las instalaciones eléctricas se encuentran en mal estado, a la vez que varios sistemas son utilizados de manera inadecuada u operan en tiempos que no lo requieren.

El Diagnostico Energético es un instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, dentro del inmueble en estudio.

Para ello se requiere, tanto de una inspección minuciosa de las instalaciones como de un análisis energético detallado de los consumos y la forma en que se usa la energía eléctrica. Derivado de esto conoceremos la matriz energética que nos indicara el comportamiento energético, y de esta manera definir las medidas de ahorro que se implementen como resultado del Diagnóstico Energético, permitirán alcanzar ahorros significativos en el corto, mediano y largo plazo.

2.2 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN

Cabe destacar que la administración del edificio nos facilitó la información referente a los recibos de luz de todo el año 2013 el cual analizaremos.

En esta oportunidad estudiaremos los datos de facturación eléctrica del cual analizaremos los consumos, demandas, factor de potencia, facturación económica y de esta manera hacer un cruce de información mensual para obtener de una manera general los comportamientos de los principales indicadores contenidos en el recibo de la facturación energética y así conocer el mes con más consumo y también el mes con el mínimo consumo y establecer las posibles causas de estos comportamientos para llegar a un equilibrio que nos den como resultado un ahorro de energía.



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



El estudio de la facturación eléctrica 2013 nos arroja como resultado un correcto factor de potencia incluso obteniendo los beneficios de bonificaciones durante todo el año que estamos analizando, esto derivado a que es un edificio netamente de oficinas lo cual no presenta sistemas que comprometan o que nos genere un bajo factor, motivo por el cual no realizaremos ninguna recomendación en este punto para una mejora continua.

En cuanto al análisis de la demanda y consumo estos mantienen un comportamiento hasta cierto grado uniforme durante todo el año, no así la facturación al estar está ligada a una variación mensual en los precios del energético como se observa en la tabla 2 que se muestra a continuación.

El comportamiento de los meses de Febrero y Mayo es de una manera especial ya ambas mensualidades presentan una elevada facturación esto como resultado de incumplimientos de pago por parte del consumidor, sin que esto signifique que fue resultado de un excesivo consumo de energía durante los periodos mencionados.

| TABLA DE CONSUMO ANUAL 2013 | | | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| Mes | Periodo | | Demanda Max. (kW) | Consumo (kWh) | Factor de potencia | Factura Eléctrica |
| | Inicio | Fin | Facturable | Total | [%] | [\$] |
| ENERO | 13-01-3 | 13-02-1 | 43 | 12.540 | 99,99 | \$36.141,0 |
| FEBRERO | 13-02-1 | 13-03-4 | 39 | 10.320 | 99,99 | \$66.174,0 |
| MARZO | 13-03-4 | 13-04-2 | 38 | 9.960 | 99,99 | \$28.878,0 |
| ABRIL | 13-04-2 | 13-04-30 | 39 | 10.320 | 99,99 | \$30.147,0 |
| MAYO | 13-04-30 | 13-05-27 | 42 | 9.480 | 99,99 | \$58.962,0 |
| JUNIO | 13-05-27 | 13-06-26 | 42 | 12.120 | 99,99 | \$35.147,0 |
| JULIO | 13-06-26 | 13-07-25 | 44 | 10.800 | 99,99 | \$32.639,0 |
| AGOSTO | 13-07-25 | 13-08-26 | 45 | 13.320 | 99,99 | \$37.997,0 |
| SEPTIEMBRE | 13-08-26 | 13-09-25 | 45 | 11.940 | 99,99 | \$34.912,0 |
| OCTUBRE | 13-09-25 | 13-10-25 | 49 | 12.060 | 99,99 | \$37.210,0 |
| NOVIEMBRE | 13-10-25 | 13-11-26 | 45 | 11.700 | 99,99 | \$35.822,0 |
| DICIEMBRE | 13-11-26 | 13-12-26 | 42 | 11.160 | 99,99 | \$34.149,0 |
| Promedio mensual | | | 43 | 11.310 | 99,99 | 39.015 |
| Máximo | | | 49 | 13.320 | 99,99 | 66.174 |
| Total anual | | | 513 | 135.720 | 99,99 | 468.178 |

Tabla 2. Consumo Anual 2013

Fuente: Recibos de CFE, proporcionados por la administración del edificio en estudio.



Los datos obtenidos de la anterior tabla (Tabla 2), podemos observar un excelente factor de potencia, a la vez una facturación promedio mensual de \$39,015.00 M.N. esto resultado de un consumo promedio de 11.310 kWh/mes, estos datos tendrán que coincidir con el censo de cargas que se llevara a cabo más adelante y de esta manera conocer las áreas de oportunidad de ahorro de energía. Lo que nos muestra la tabla anterior es un panorama de manera consistente del comportamiento anual del consumo y facturación en estudio, teniendo en cuenta el comportamiento de manera especial de los meses Febrero y Mayo, en cuanto a la facturación y explicado anteriormente.

Como se pudo estudiar, la facturación tiene un comportamiento, que sin llegar a ser lineal si se observa un promedio muy semejante durante todo el año de estudio, en contraste se presenta un consumo que en ciertos meses ya identificados tienden a crecer en especial se observaron Enero y Agosto, esto se puede deberse a que durante esos meses dentro de las oficinas se realizan actividades administrativas de apoyo.

2.3 CARGAS

El censo de cargas consiste en el conteo de todos y cada uno de los aparatos consumidores de energía al cien por ciento, a la par de tomar en cuenta el consumo de los equipos tanto en funcionamiento como en tiempo de espera esto se realizó ocupando un kilowatt cuando es posible en caso contrario se tomara en cuenta los datos de placa de los equipos a estudiar, de igual manera este punto exige analizar los horarios de utilización y las costumbres de los propios trabajadores en cuanto al manejo de estos. Para llevar a buen término un censo de cargas es importante dividir en sistemas los equipos consumidores, es por eso que estos se dividen en, Iluminación este sistema involucra tanto el interior como el exterior del inmueble, así como la iluminación localizada que pudiera existir en algún espacio de las oficinas, aire acondicionado, fuerza, misceláneos y equipo de computo

Derivado del análisis del censo se obtiene la información “censo de consumo” que al ser comparado con nuestros datos de facturación deberán de coincidir o poseer una mínima variación, el censo para nuestro caso de estudio nos arroja los siguientes datos.

Para información más completa del total de los censos se puede encontrar en el anexo de censo de cargas contenidas en la página 29 donde se podrá verificar a detalle los consumos en los tiempos de utilización y tiempos vampiros de cada sistema analizado en el presente trabajo. A continuación se muestran el consumo de los principales sistemas, esto mediante graficas que permitan el mejor entendimiento de las mismas y de esta manera poder obtener un mejor

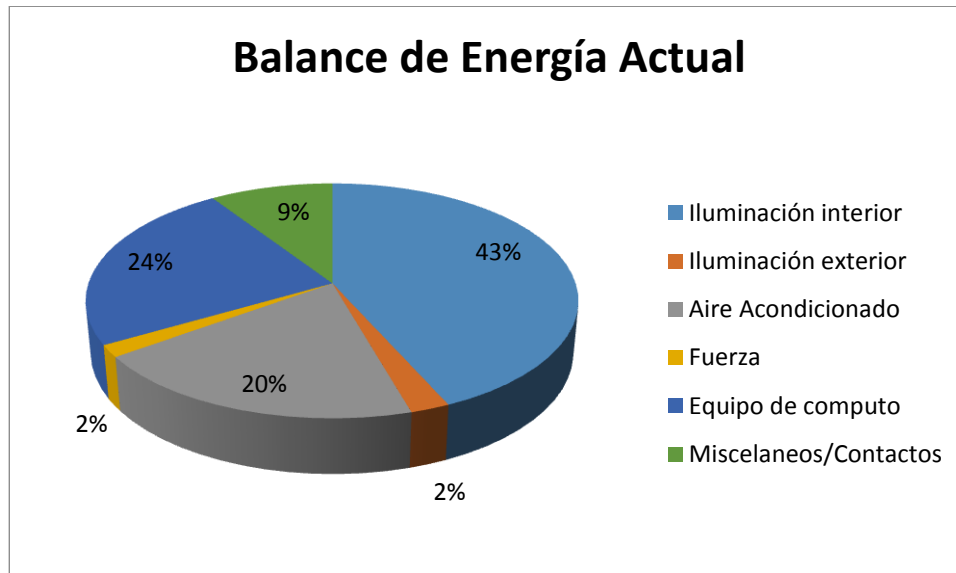


resultado en las propuestas y acciones a tomar para lograr el objetivo establecido con anterioridad.

2.4 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES

No se llevó a cabo medición en la acometida esto como resultado de problemas técnicos que hicieron imposible llevar a buen término este punto, motivo por el cual se optó por realizar el censo del cien por ciento del equipo consumidor de energía así como de los horarios de funcionamiento y complementado con la información de los propios usuarios. Los usos finales que analizamos en este punto son los de iluminación interior, iluminación exterior, aire acondicionado, fuerza, equipo de cómputo y misceláneos.

El balance de energía nos muestra de manera resumida el consumo que existe por parte de los diferentes sistemas que se encuentran en el edificio en estudio y de igual manera nos da una idea muy general de las áreas donde podemos hacer un ahorro de energía eléctrica, razón por la cual es de suma importancia que exista una correcta interpretación de esta grafica 10 que se muestra a continuación.



Gráfica 3. Balance de Energía Anual
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.

La grafica anterior (grafica 10) nos muestra las áreas de oportunidades a explotar para generar un ahorro de energía, en este caso nos enfocaremos en el sistema de iluminación que por sí solo nos representa el mayor consumidor con el 43% del total, motivo por el cual es económicamente viable realizar una inversión a la par



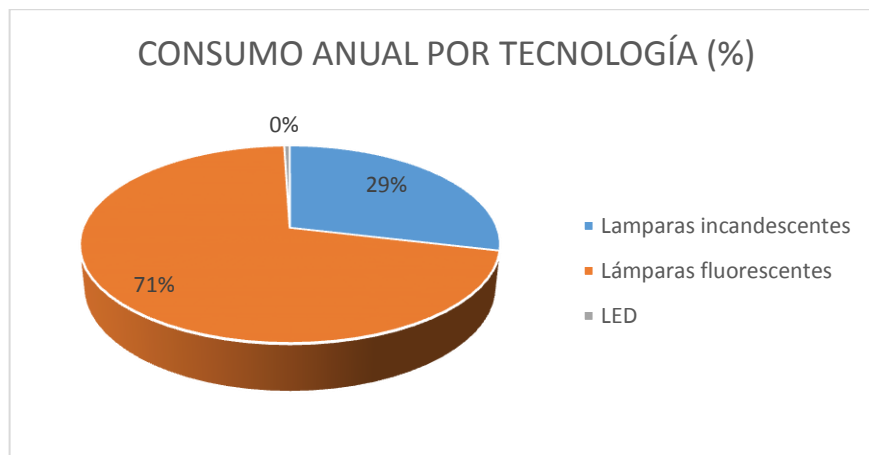
de obtener un retorno de inversión a corto plazo, de igual manera podemos mencionar que el sistemas de fuerza es el menor consumidor de energía y el sistema de iluminación exterior como el más eficiente de todos, esto al contar con la mejor tecnología dentro de todos los sistemas que comprenden este estudio, esto al contar con tecnología LED en la fachada y jardines principales, y que solo son encendidas por las noches.

A continuación se analizara de manera independiente el censo de cargas de cada uno de los seis sistemas que integran a este edificio en estudio.

2.5 CENSO DE ILUMINACIÓN

Dentro del censo de iluminación nos encontramos con tres tipos de tecnologías que son los focos incandescente, LED y fluorescente (lámparas fluorescentes compactas, 2X75WT12), distribuidas como se muestra en la siguiente grafica 4, esta nos indica una clara dependencia de tecnologías obsoletas, como lo son los incandescentes y la iluminación 2X75WT12 mismas que se encuentran en gran cantidad aportando una gran carga a la par de ser poco eficientes, es por eso, que esta es una gran área de oportunidad para la implementación de nuevas tecnologías que ayuden a aumentar el área de confort en todo el edificio a la par de disminuir los consumos y cargas propias de este sistema, en contraste las nuevas tecnologías como lo es la LED no logra figurar ya que no alcanza ni el 1%, siendo esta la más eficiente en cuando a los niveles de iluminación y vida útil se refiere, pero la menor utilizada dentro del edificio.

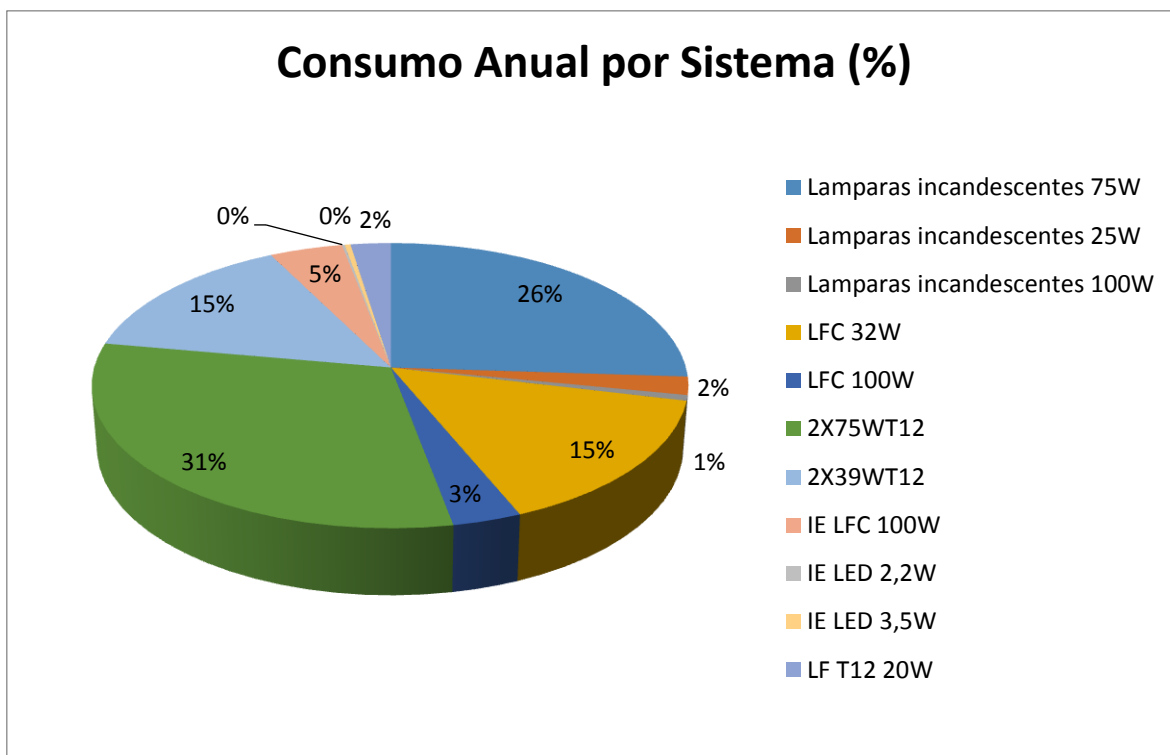
En la actualidad este sistema cuenta con una carga instalada de 32.1 kW lo cual representa un consumo anual de 60,894.2 kWh/año. Este sistema por si solo nos aporta un 45% del consumo total del edificio.



Gráfica 4. Distribución del consumo por tipo de Tecnología en Iluminación
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.



Dentro de las diferentes tecnologías utilizadas en el sistema de iluminación, estos a su vez se encuentran distribuidos en diferentes potencias como se observa en la gráfica 5 que se muestra continuación, la tecnología incandescente de 75 watts y las lámparas 2X75WT12 son las más representativas al aportar el 27% y 30% respectivamente del total de este sistema, esto sin duda es muy importante de tomar en cuenta para las propuestas de ahorro energético.



Grafica 5. Iluminación Consumo por Sistema
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.

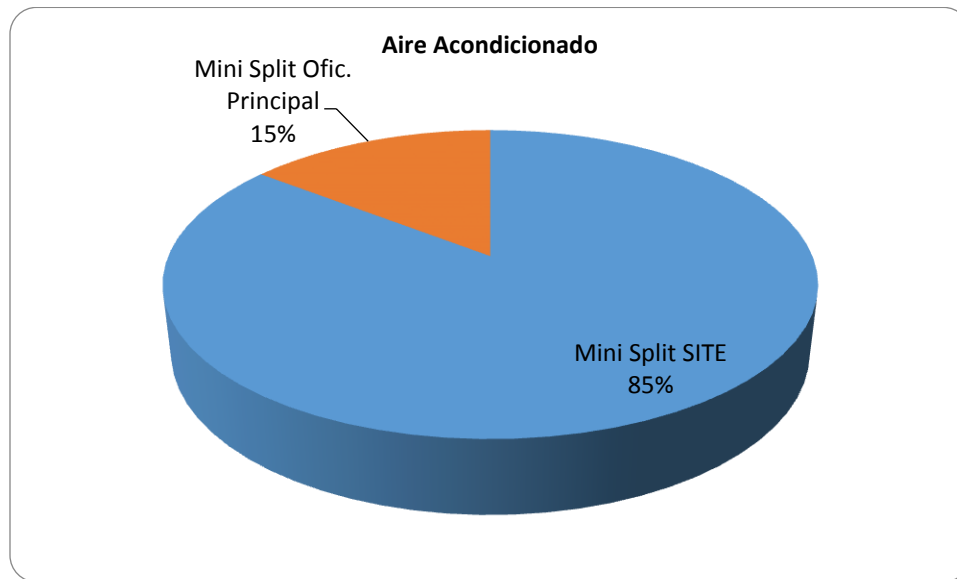
La grafica 5, nos muestra de una manera clara la gran oportunidad de ahorro que tendremos al eliminar las tecnologías obsoletas las cuales representan una gran carga a este sistema.



2.6 CENSO AIRE ACONDICIONADO

El inmueble cuenta con dos equipos de aire acondicionado tipo mini Split de 1.5 TR (5.28kW) y 3 TR (10.56kW) que se encuentran en el cuarto que alberga el site y en la oficina principal, respectivamente. Ambos equipos son de tecnología reciente, sin embargo el uso que se le da es inadecuado ya que se observó que mientras se encuentra en funcionamiento, la puerta principal del site se encuentra abierta en ocasiones, motivo por el cual el sistema se vuelve muy ineficiente.

Este sistema aporta un consumo anual de 26,104.3 kWh/año con una capacidad instalada de 15.8 kW esto significa que el 20% del consumo total anual del edificio, con tan solo dos equipos instalados y en operación.



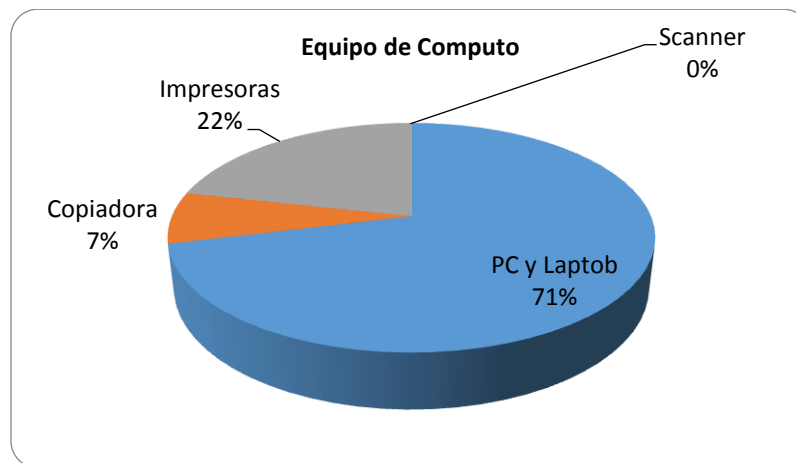
Grafica 6. Consumo de aire acondicionado.
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.

La grafica 6, que se muestra en esta página nos muestra de una manera clara el consumo dentro del sistema de aire acondicionado esto repartido entre dos equipos el del site de 1.5 TR con un consumo anual de 22302.7 kWh/año y el equipo instalado en la oficina principal de 3 TR que aporta un consumo de 3801.6 kWh/año, motivo que podría ser analizado más a detalle para obtener una área de oportunidad importante.



2.7 CENSO DE EQUIPO DE CÓMPUTO

Para la realización de este censo se tomó en cuenta todas las computadoras de escritorio, laptops, impresoras, scanner existentes dentro del inmueble en estudio, esto nos dio como resultado un consumo anual de 32,058.4 kWh/año lo que significa un aporte del 24% del consumo anual total, esto nos indica que es el segundo sistema consumidor de energía y está distribuido como se observa en la siguiente gráfica 7.



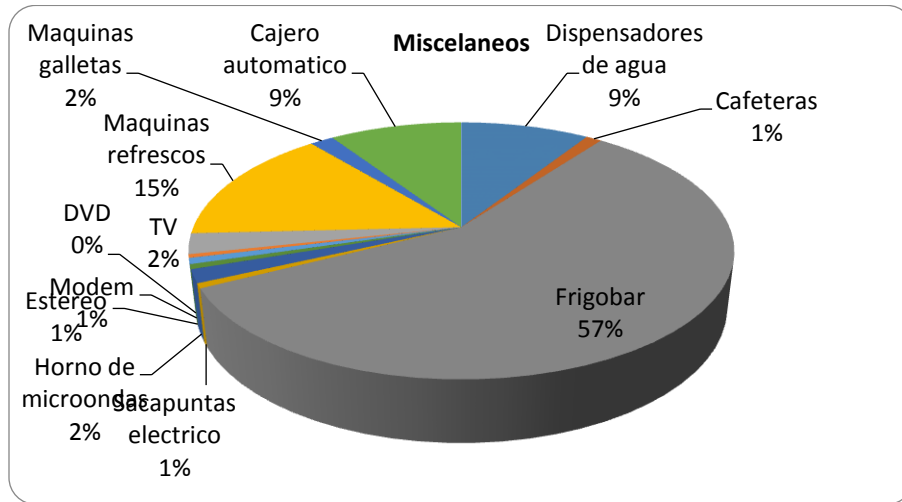
Gráfica 7. Consumo del equipo de cómputo.
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.

La gráfica 7 anterior nos representan únicamente los equipos de cómputo así como sus accesorios (copiadoras, impresoras, escáner), al ser este edificio totalmente de oficinas el consumo se carga directamente en las computadoras y laptops nos representa un 71% del consumo dentro de este sistema, aunque en una gran parte de estas son de reciente adquisición.



2.8 CENSO MISCELÁNEOS

Misceláneos este sistema incluye todos los equipos restantes consumidores de energía y que no se encuentran clasificados en los anteriores sistemas, estos son las cafeteras, hornos de microondas, frigobar, videocaseteras, TV, cajeros automáticos, entre otras cosas, la siguiente grafica nos muestra los misceláneos de este edificio en particular.



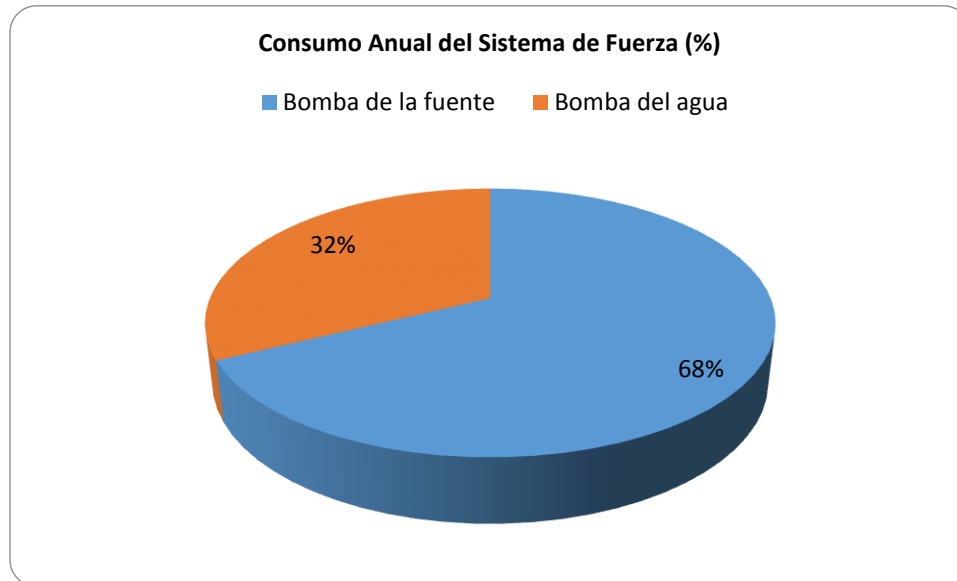
Grafica 8. Consumo de misceláneos.
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.

Como se puede observar en la gráfica anterior la numero 8, nos muestra de forma detallada el consumo de todos los equipos dentro del ramo de misceláneos, a la par se observa que los frigobar con que cuenta este edificio que son tres y son la parte más consumidora de energía dentro de los misceláneos al estar conectados las 24 horas del día durante todos los días del año, mientras tanto los diferentes equipos conectados solo representan una mínima parte del consumo total de este sistema.



2.9 CENSO FUERZA (MOTORES ELÉCTRICOS)

Dentro del análisis de la información se contemplan únicamente dos motores eléctricos existentes, uno de una fuente con capacidad de 0.5 hp que se encuentra encendido 12 hrs., durante los siete días de la semana y otro equipo de bombeo del agua con capacidad de 2 hp., el cual se utiliza durante 2hrs. diarias aproximadamente de lunes a viernes, los cuales se observan son utilizados de manera correcta y tienen un buen funcionamiento al encontrarse dentro de su tiempo de vida, el consumo de ambos motores se detalla a continuación en la gráfica 9.



Gráfica 9. Consumo Anual del Sistema de Fuerza.
Fuente: Datos, resultado del censo de cargas.



NORMATIVIDAD VIGENTE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Las normas a evaluar en los sistemas de iluminación son de carácter obligatorias para edificaciones de estas características y son las mínimas a tomar en cuenta, en este caso son normas de la Secretaria de Energía y de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social, las cuales se describen a continuación.

La NOM-007-ENER-2004 de la Secretaria de Energía, tiene como finalidad establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la Nación.

La norma nos indica que el nivel del DPEA deberá ser igual o menor a 14W/m², dentro del estudio el cálculo del DPEA actual nos dio como resultado 13.94W/m², motivo por el cual podemos confirmar que se cumple con la norma actual.

Cabe señalar que al aplicar las nuevas tecnologías, el nivel de DPEA se verá disminuido sin que esto comprometa la calidad del sistema de iluminación, sino todo lo contrario nos reflejara un aumento en cuanto al nivel de calidad de iluminación esto como resultado de la implementación de equipos de bajo consumo.

La siguiente norma a evaluar dentro del sistema de iluminación es la NOM-025-STPS-2008 la cual aplica en todos los centros de trabajo.

Tiene como objetivo establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

Dicha norma nos menciona el nivel mínimo de iluminación (luxes) la cual está dividida por áreas, en el caso del área de oficinas debe ser de 300 luxes el actual sistema nos dio como resultado una medición promedio de 320 luxes.

| Concepto | DPEA NOM-007 | DPEA Medido | Luxes NOM-025 | Luxes Medidos Promedio |
|----------|---------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Valor | 14 W/m ² | 13.94 W/m ² | 300 | 320 |
| Cumple | SI | | SI | |

Tabla 3. Normas de Iluminación.

Fuente: Datos, obtenidos de las mediciones.



El inmueble en estudio cumple con los parámetros marcados por las normas mencionadas anteriormente, y se propone un retrofit esto debido a que cuenta con tecnología obsoleta o ineficiente, dicha propuesta nos ayudara a elevar la calidad en el sistema de iluminación a la par de disminuir la carga instalada y seguir cumpliendo en ambas normas aplicables.

CAPITULO III ANALISIS DE INFORMACIÓN Y MEDIDAS DE AHORRO

3.1 PROPUESTAS DE AHORRO DE ENERGÍA

Las propuestas de ahorro de energía son todas aquellas medidas que se detectaron y que son las más adecuadas a las necesidades propias del edificio así como las económicamente viables y a la vez representan el mayor ahorro de energía. Estas a su vez están clasificadas en propuestas operativas y propuestas de inversión, mediante las cuales se han proyectado ahorros considerables y con un periodo simple de recuperación de 20 meses.

| AHORROS TOTALES | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------|--|--------------------------|
| Actividad | Consumo [kWh/mes] | Consumo [kWh/año] | Económico Anual (\$) | Inversión (\$) | Periodo Simple de Recuperación (meses) | Porcentaje de ahorro (%) |
| Iluminación | 2965.2 | 35582.6 | \$ 62,447.5 | \$106,709.17 | 20.5 | 26.6% |
| Medidas Operativas | 52.16 | 625.97 | \$ 1,098.6 | \$ - | Inmediato | 0.5% |
| TOTAL | 3017.4 | 36208.6 | \$ 63,546.1 | \$106,709.17 | 20.2 | 27.1% |

Tabla 4. Ahorros proyectados
Fuente: Análisis de la información



3.2 MEDIDAS RENTABLES A IMPLEMENTAR

3.2.1 PROPUESTAS OPERATIVAS

Las medidas operativas son todas aquellas que no requieren de una inversión inicial, sino más bien del uso eficiente de todos los sistemas, dentro de estas encontramos las siguientes.

1.-Se recomienda que los dispensadores de agua solo estén conectados durante la jornada laboral de 7 horas y al término de la misma se deben desconectar ya que el censo de este equipo en especial se verifico que tienen un consumo vampiro de 27W por cada equipo instalado y teniendo en cuenta que se tienen 3 dispensadores en funcionamiento dentro de las instalaciones nos da como resultado un consumo vampiro anual de 625.97 kWh.

| AHORROS DE MEDIDAS OPERATIVAS | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------|--|--------------------------|
| Actividad | Consumo [kWh/mes] | Consumo [kWh/año] | Económico Anual (\$) | Inversión (\$) | Periodo Simple de Recuperación (meses) | Porcentaje de ahorro (%) |
| Desconectar el dispensador de agua | 52.16 | 625.97 | \$ 1,098.6 | \$ - | Inmediato | 0.5% |

Tabla 5. Ahorro por medidas operativas

Las medidas operativas nos proyectan ahorros cercanos al 0.5% y una recuperación que será de manera inmediata esto como resultado de que esta medida no requiere inversión inicial.

3.2.2 PROPUESTAS DE INVERSION

Otro punto a tomar en cuenta son los ahorros encontrados por cuestión de cambio tecnológico al ser este un edificio con tecnología obsoleta en el sistema de iluminación se recomendó la implementación de tecnología LED y el retrofit de los sistemas T12 por nuevos sistemas T8 y T5, así como se propone un cambio del aire acondicionado al considerarse que el actual está sobredimensionado, como lo muestra la siguiente tabla 6.



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| MAE | Descripción | Ahorros Anuales | | Inversión |
|-------|---|-----------------|--------------|---------------|
| | | Consumo [kWh] | Total [\$] | |
| 1 | Sustitución de foco incandescente de 75W y 100W por tecnología LED de 10W | 13939.2 | \$ 24,463.3 | \$ 21,301.00 |
| 2 | Sustitución de foco incandescente de 25W por tecnología LED de 7W | 8334.7 | \$ 14,627.4 | \$ 4,394.00 |
| 3 | Sustitución de LFC de 100W por LFC de 60W | 1895.0 | \$ 3,325.8 | \$ 12,731.00 |
| 4 | Sustitución de lámparas 2X75W T12 por lámparas 2X59W T8 | 8977.92 | \$ 15,756.2 | \$ 24,423.57 |
| 5 | Sustitución de lámparas 2X39W T12 por lámparas 2X28W T5 | 2534.4 | \$ 4,447.9 | \$ 35,219.40 |
| 6 | Sustitución de lámparas 2X20W T12 por lámparas 2X14W T5 | 153.6 | \$ 269.6 | \$ 8,640.20 |
| Total | | 51041.3 | \$ 89,577.45 | \$ 106,709.17 |

Tabla 6. Ahorro por Medidas de Inversión

El Periodo Simple de Recuperación (PSR) de las medidas de inversión, nos da como resultado 20 meses. Aunque algunas medidas por si solas tienen un PSR superior a los 45 meses o más, esto se ve compensado gracias a que otras medidas requieren solamente de 6 u 8 meses dentro del PSR, y de forma global el retrofit es una apuesta exitosa.

Estos ahorros nos representan un 26.6% de consumo anual equivalente a una facturación de \$62,447.5 en el mismo periodo de tiempo, todo esto tan solo en iluminación.



3.3 ILUMINACIÓN (REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN)

En la actualidad el edificio en estudio cumple con las normas pertinentes en cuanto a niveles de iluminación se refiere, por lo que no se propone un nuevo redimensionamiento del sistema, bastara con un cambio por nueva tecnología utilizando las mismas posiciones de los actuales sistemas lo cual nos garantiza seguir cumpliendo con las normas a la par de incrementar la calidad en iluminación con un consumo considerablemente más bajo.

Cabe señalar que en la sustitución de lámparas 2X75WT12 por la tecnología 2X59WT8 se tomó la determinación de reducir el número de gabinetes instalados, esto como resultado del estudio que nos dio como resultado la eliminación de 22 gabinetes (44 lámparas), donde el aporte de iluminación de estas es nula ya que se encuentran en los techos del pasillo a cielo abierto toda vez que estos ya cuentan con la iluminación para exteriores del tipo LFC 100W que de igual manera se propone hacer un cambio tecnológico por LFC 60W, motivo por el cual se recomienda la eliminación de la tecnología T12 en este lugar. De igual manera se deja intacta la iluminación exterior compuesta por tecnología LED. La sustitución tecnológica del sistema de iluminación nos proyecta el siguiente ahorro.

| CONSUMO ANUAL DE ILUMINACIÓN [kWh] | | | AHORRO ANUAL \$ | INVERSION | PSR MESES |
|------------------------------------|-----------|---------|-----------------|---------------|-----------|
| ACTUAL | PROPUESTO | AHORRO | | | |
| 61575.4 | 24747.8 | 36827.5 | 62,447.5 | \$ 106,709.17 | 20 |

Tabla 7. Iluminación por Sustitución Tecnológica Periodo Simple de Recuperación.

La tabla 6 nos muestra que el ahorro propuesto representa un 8.5% del total de la facturación anual, esto aunado a un periodo simple de recuperación de 20 meses, hace que la inversión en el área del sistema de iluminación sea lo suficientemente redituable. En cuanto a los indicadores de iluminación, como ya lo hemos mencionado con anterioridad nuestro DPEA actual es de 13.94 W/m² con un ICEE de 64.97 kWh/m² año, sin embargo una vez aplicada la totalidad de las medias del sistema de iluminación nuestro DPEA proyectado será como lo muestra la tabla 7 que se muestra a continuación.

| Concepto | DPEA NOM-007 | DPEA Proyectado | ICEE ref APF | ICEE Proyectado |
|----------|---------------------|----------------------|--------------|------------------------------|
| Valor | 14 W/m ² | 6.4 W/m ² | 100 | 46.9 kWh/m ² -año |
| Cumple | SI | | SI | |

Tabla 8. DPEA e ICEE proyectado.



CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Sin duda en la actualidad el ahorro de la energía eléctrica se ha convertido en un tema de vital importancia, debido a que existe la necesidad de preservar los recursos destinados a la generación de la misma y asegurar el futuro de las próximas generaciones, en virtud de esto se llegó a las siguientes conclusiones.

Se identificó que el sistema de iluminación representa una área de oportunidad ya que actualmente cuenta con tecnologías obsoletas motivo por el cual se proponen un retrofit con tecnología más recientes se proponen tecnología LED, T8 y T5, esto nos dará como resultado una disminución del nivel de DPEA e ICEE que será resultado de las nuevas tecnologías incrementando la calidad de iluminación a la par de disminuir el consumo, las cargas y estar dentro de las normas aplicables a las mismas.

Dentro del sistema de misceláneos se observó que existen equipos que permanecen encendidos todo el día todos los días sin que esto sea necesario.

La propuesta proyecta ahorros totales del 27.1% con la facturación analizada del año 2013, que representa un ahorro en facturación de \$63,546.1 M.N., al igual que un consumo de 36,208.6 kWh/año, todo estos ahorros están dados de manera anual.

Este aporte impacta de manera positiva en diversas áreas de estas oficinas, el aspecto económico es uno de los principales, el aporte social es sin duda fundamental al poder presentarse como un edificio socialmente responsable al dejar de emitir gases de efecto invernadero.



4.2 RECOMENDACIONES

El Diagnóstico Energético aplicado al edificio de oficinas públicas, arrojó las siguientes recomendaciones que brindaran más y mejores resultados en el ahorro de energía eléctrica.

1. Se recomienda seccionar de manera adecuada los sistemas de iluminación, en oficinas de servicios públicos, secretaria de planeación, evaluación y pasillo central de la planta baja.
2. Llevar a cabo un estudio de cargas térmicas en el área del conmutador ya que se observó que es probable que el sistema de aire acondicionado no sea el adecuado para este sitio.
3. Retirar la iluminación 2X75WT12, que se encuentra en los pasillos centrales a cielo abierto al considerar que esa iluminación es innecesaria y se observó que permanece encendida en horas en las cuales no es necesario.
4. Retirar la iluminación 25X75WT12 al encontrarse sobre las vistas de las ventanas en oficinas de planta baja, como lo son registro civil, oficialía de partes.
5. Concientizar a través de pláticas, conferencias, folletos a todo el personal que labora en estas oficinas para obtener óptimos resultados en el ahorro de energía.
6. Llevar periódicamente la limpieza de los difusores y gabinetes de los equipos de iluminación.



ANEXOS

ANEXO 1: Censo de cargas. Iluminación

| CENSO DE ILUMINACION | | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Sistema de Iluminación | Total de lámparas | Horas de operación de L-V | Horas de operación S | Horas de operación D | Carga Instalada (W) |
| LFC 100W | 20 | 3 | 3 | 3 | 2000 |
| Lámparas incandescentes 25W | 26 | 8 | 0 | 0 | 650 |
| Lámparas incandescentes 100W | 2 | 8 | 0 | 0 | 200 |
| Lámparas incandescentes 75W | 42 | 8 | 6 | 0 | 3150 |
| Lámparas incandescentes 75W | 75 | 8 | 0 | 0 | 5625 |
| LFC 32W | 149 | 8 | 0 | 0 | 4768 |
| T12 75W | 18 | 8 | 6 | 0 | 1350 |
| T12 75W | 112 | 8 | 0 | 0 | 8400 |
| T12 20W | 39 | 8 | 0 | 0 | 780 |
| T12 39W | 120 | 8 | 0 | 0 | 4680 |
| IE LFC 100W | 9 | 9 | 9 | 9 | 900 |
| IE LED 2,2W | 15 | 9 | 9 | 9 | 33 |
| IE LED 3,5W | 20 | 9 | 9 | 9 | 70 |
| TOTAL | 647 | | | | 32606 |

Tabla 9. Censo de Cargas Iluminación.

ANEXO 2: Censo de cargas. Aire acondicionado

| Censo de Aire Acondicionado | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Tipo de aire acondicionado | Capacidad (TR) | Cantidad de equipos | Capacidad total (kW) | Horas de trabajo L-V | Horas de trabajo S-D | Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/año) |
| Mini Split | 1.5 | 1 | 5.28 | 8 | 24 | 1858.6 | 22302.7 |
| Mini Split | 3 | 1 | 10.56 | 1.5 | 0 | 316.8 | 3801.6 |
| TOTAL | 1.5 | | 5.28 | | | 2175.4 | 26104.3 |

Tabla 10. Censo de Cargas Aire Acondicionada



ANEXO 3: Censo de cargas. Misceláneos

| Censo de Misceláneos | | | | | | | |
|-----------------------|----------|--------------|--------|---------|-------------|--------------------|---------|
| Equipo | Cantidad | Horas de Uso | | | Consumo | | |
| | | L-V | Sábado | Domingo | Vampiro (W) | Funcionamiento (W) | kWh/mes |
| PC | 115 | 8 | 0 | 0 | 3.2 | 83.7 | 1728.50 |
| PC | 9 | 8 | 6 | 0 | 3.2 | 83.7 | 152.66 |
| Laptop | 11 | 8 | 0 | 0 | 10.7 | 30 | 55.15 |
| Computadora MAC | 5 | 12 | 8 | 8 | 2.5 | 70 | 111.00 |
| Impresoras | 49 | 8 | 0 | 0 | 5 | 11.3 | 93.49 |
| Impresoras | 5 | 8 | 6 | 0 | 16 | 480 | 480.64 |
| Dispensadores de agua | 3 | 24 | 24 | 24 | 27 | 650 | 106.764 |
| Cafeteras | 5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 648 | 12.96 |
| Horno de microondas | 2 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 1650 | 19.80 |
| DVD | 2 | 12 | 8 | 8 | 0.3 | 10.3 | 5.16 |
| T.V. (Pantalla LED) | 2 | 12 | 8 | 8 | 0 | 50 | 30.4 |
| Estéreo | 1 | 12 | 8 | 8 | 0 | 23 | 6.99 |
| Modem | 3 | 24 | 24 | 24 | 0 | 4.4 | 8.87 |
| Sacapuntas eléctrico | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 60 | 7.2 |
| Scanner | 4 | 0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 2.5 | 0.4 |
| Frigobar | 4 | 24 | 24 | 24 | 0 | 250 | 672 |
| Cajero Automático | 2 | 24 | 24 | 24 | 100 | 800 | 110 |
| Maquinas refrescos | 1 | 24 | 24 | 24 | 250 | 700 | 172.5 |
| Maquinas galletas | 1 | 24 | 24 | 24 | 20 | 630 | 19.62 |
| Copiadora | 2 | 3 | 0 | 0 | 74 | 870 | 194.976 |
| TOTAL | 232 | | | | | | 3989.1 |

Tabla 11. Censo de Cargas Misceláneos.



ANEXO 4: Censo de cargas. Fuerza

| Descripción | Capacidad (Hp) | Potencia mecánica individual (kW) | Cantidad | Potencia mecánica total (kW) | Consumo (kWh/año) | Horas de uso diario | Porcentaje del total de consumo (%) |
|--------------------|----------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Bomba de la fuente | 0.5 | 0.3725 | 1 | 0.3725 | 1501.92 | 12 | 68% |
| Bomba del agua | 2 | 1.49 | 1 | 1.49 | 715.2 | 2 | 32% |
| TOTAL | 2.5 | 1.9 | 2 | 1.9 | 2217.12 | 14 | 100% |

Tabla 12. Censo de Cargas Fuerza.

ANEXO 5: Propuestas de iluminación cambio tecnológico

En el sistema de iluminación se propone un cambio tecnológico (retrofit) de la tecnología incandescente, lámparas fluorescentes compactas de 100W, por la nueva tecnología LED, al mismo tiempo de cambiar los luminarios T12 por tecnología T8 y T5.

Todo esto se llevara a cabo respetando la distribución de los sistemas así como todas las normas aplicables a los sistemas de iluminación.

Es importante señalar que con este retrofit no solo se pretende tener una mejor calidad en el sistema de iluminación lo que conlleva a un mejor ambiente de trabajo, el cambio por tecnología LED implica una enorme disminución en cuanto a la carga instalada y a la demanda, motivo por el cual al tener una menor corriente circulando por las líneas de transmisión nos da como resultado una mayor vida útil de las mismas ya que disminuye el calentamiento que es uno de los factores que limitan la vida de este sistema.

El cambio tecnológico que se propone debe contener a las siguientes características:



FICHAS TECNICAS DE ILUMINACIÓN

| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|--------------------------|-----------------------------|---------------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | incandescente | LED |
| | CRI | n/a | 82 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | n/a | 2700 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 1070 | 800 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 1000 | 15000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | 28.5 | 179 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 184 | 184 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 75 | 10 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 117 | 117 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 8.775 | 1.17 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 1614.6 | 215.28 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | 3334.5 | 20943 |
| | IMPORTE POR BALASTROS (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR BASES (\$) | 0 | 0 |
| | INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | 0 | 0 |
| | COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | 3334.5 | 20943 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|--------------------------|-----------------------------|---------------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | incandescente | LED |
| | CRI | n/a | 80 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | n/a | 3000 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 0 | 806 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 1000 | 15000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | 28.5 | 179 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 160 | 160 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 100 | 10 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 2 | 2 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 0.2 | 0.02 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 32 | 3.2 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | 57 | 358 |
| | IMPORTE POR BALASTROS (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR BASES (\$) | 0 | 0 |
| | INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | 0 | 0 |
| | COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | 57 | 358 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|--------------------------|-----------------------------|---------------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | incandescente | LED |
| | CRI | n/a | 80 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | n/a | 2700 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 260 | 450 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 1000 | 15000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | 28.5 | 179 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 160 | 160 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 25 | 7 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 26 | 26 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 0.65 | 0.182 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 104 | 29.12 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | 741 | 4654 |
| | IMPORTE POR BALASTROS (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR BASES (\$) | 0 | 0 |
| | INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | 0 | 0 |
| | COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | 741 | 4654 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | LFC | LFC |
| | CRI | 80 | 80 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | 6,500 | 4,000 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 5.300 | 5360 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 10,000 | 10,000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | 589 | 439 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 90 | 90 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 100 | 60 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 18 | 29 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 1.8 | 1.74 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 162 | 156.6 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| | INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 |
| IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | | 10602 | 12731 |
| IMPORTE POR BALASTROS (\$) | | 0 | 0 |
| IMPORTE POR BASES (\$) | | 0 | 0 |
| INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | | 0 | 0 |
| COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | | 10602 | 12731 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | T12 | T8 |
| | CRI | 70 | 86 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | 4,100 | 4,100 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 6050 | 5490 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 12,000 | 30,000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | | 238.99 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 160 | 160 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 75 | 59 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 65 | 86 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 4.875 | 5.074 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 780 | 811.84 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| | INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 |
| IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | | | 10276.57 |
| IMPORTE POR BALASTROS (\$) | | 0 | 14147 |
| IMPORTE POR BASES (\$) | | 0 | 0 |
| INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | | 0 | 24423.57 |
| COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | | 0 | 24423.57 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|--------------------------|-----------------------------|--------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | T12 | T5 |
| | CRI | 62 | 85 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | 4,100 | 4,000 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 2,600 | 2697 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 9,000 | 35,000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | | 151.99 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 160 | 160 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 39 | 28 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 60 | 60 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 2.34 | 1.68 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 374.4 | 268.8 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | | 151.99 |
| | IMPORTE POR BALASTROS (\$) | 0 | 379 |
| | IMPORTE POR BASES (\$) | 0 | 56 |
| | INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | 0 | 586.99 |
| | COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | 0 | 35219.4 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS
PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



| | | ACTUAL | PROPUESTO |
|--------------------------|-----------------------------|--------|-----------|
| LAMPARA | TIPO | T12 | T5 |
| | CRI | 62 | 85 |
| | TEMPERATURA DE COLOR (K) | 4,100 | 4,000 |
| | LUMENES INICIALES (lm) | 1050 | 1209 |
| | VIDA NOMINAL (hrs) | 9,000 | 35,000 |
| | COSTO POR LAMPARA (\$) | | 127.00 |
| | HORAS DE OPERACIÓN MENSUAL | 160 | 160 |
| SISTEMA ELECTRICO | POTENCIA DEL SISTEMA (W) | 20 | 14 |
| | CANTIDAD DE SISTEMAS | 20 | 20 |
| | POTENCIA TOTAL (Kw) | 0.4 | 0.28 |
| | CONSUMO MENSUAL (kWh) | 64 | 44.8 |
| | COSTO POR ENERGÍA (\$/kWh) | 1.745 | 1.745 |
| | COSTO POR DEMANDA (\$/Kw) | 239.88 | 239.88 |
| INVERSION INICIAL | IMPORTE POR REFLECTOR (\$) | 0 | 0 |
| | IMPORTE POR LAMPARAS (\$) | | 127 |
| | IMPORTE POR BALASTROS (\$) | 0 | 249.01 |
| | IMPORTE POR BASES (\$) | 0 | 56 |
| | INSTALACION LA/BA/B/RE (\$) | 0 | 432.01 |
| | COSTO TOTAL RETROFIT (\$) | 0 | 8640.2 |



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN OFICINAS PÚBLICAS EN PACHUCA DE SOTO



BIBLIOGRAFIA

www.cfe.gob.mx

www.sener.gob.mx

www.conae.gob.mx

Balance Nacional de Energía 2013