



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

PROYECTO DE AHORRO ENERGETICO ORIENTADO A LA
IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE OPTIMIZACION
DE ENERGIA EN SISTEMAS DE ILUMINACION PARA
LAS FES CUAUTITLAN C-4

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

DANIEL GUTIERREZ CUREÑO

ASESOR: ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Proyecto de ahorro energético orientado a la implementación
de un sistema de optimización de energía en sistemas de ilu
minación para la FES Cuautitlán C-4.
que presenta el pasante: Daniel Gutiérrez Cureño
con número de cuenta: 9113509-0 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Septiembre de 2005

PRESIDENTE	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arciniega</u>	
VOCAL	<u>L.E. Aurelio Anaya Baños</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Víctor Cuevas Rodríguez</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.I. Víctor Hugo Hernández Gómez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Lucía García Luna</u>	

DEDICATORIA

*A mi esposa y a mi hijo por ser parte fundamental y
trascendente para la terminación de este trabajo*

*A mi madre por su ejemplo de lucha en la vida y por
demostrarme y demostrarse que no hay dificultad
que no se pueda sobrepasar*

*A mis hermanos por que cada uno en su trinchera
están logrando hacer un mundo mejor*

*A mis abuelitos que lograron dar los cimientos
necesarios y adecuados para ser mejores
seres humanos y mejores profesionistas*

AGRADECIMIENTOS

*A los Ing. Abel López García e Ing. José E. López García
por apoyarme y aconsejarme para la correcta
terminación de este trabajo.*

*A la CONAE en especial a los Ing. Jaime Brasch,
la Ing. Rosa María Jiménez, y el
Ing. Gabriel Marcoidia, por su
apoyo en el diagnóstico energético.*

*A la dirección general de obras de la UNAM
por las facilidades otorgadas para la
terminación de esta tesis.*

*A la facultad de estudios superiores Cuautitlan en especial a la
superintendencia de obras por el apoyo para la realización del
levantamiento y censo energético del campus 4.*

INDICE

Antecedentes	3
Introducción	5
1 Definición de la herramienta	9
1.1 Objetivos y alcances del diagnostico	9
1.1.1 objetivo general	9
1.1.2 Objetivos particulares	9
1.1.3 alcances	10
2 Metodología	11
2.1 Procedimiento general	11
2.2. Tiempos estimados de ejecución	14
3 Levantamiento de datos	14
3.1. Recursos de personal	14
3.2. Actividades	15
3.2.1 Datos básicos del inmueble	15
3.2.2 Datos históricos de facturación eléctrica	22
3.2.3. Zonificación del inmueble	24
3.2.4 Censo de alumbrado	28
4. Análisis de la información	33
4.1. Análisis de la facturación	34
4.2. Análisis de la medición eléctrica	36
4.3 Análisis del censo de equipo de alumbrado	36
5 Formatos de evaluación	39
5.1 Evaluación técnica	39
5.2 Evaluación económica	42
5.3 resultados de la evaluación técnica y económica	44
5.4 Consolidado de las medidas de ahorro de energía	44

6 Informe final	45
6.1 Resumen ejecutivo	45
6.2. Reporte técnico	46
7 informe final; Aplicación a un caso práctico	47
7.1 Resultados y reporte final del diagnostico energético aplicado a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán campo 4 (FES C-4)	47
8 Conclusiones	48
ANEXOS	50
- ARREGLO PARA LAS SUBESTACIONES DE ALIMENTACION ELECTRICA EN EL CAMPUS DE LA FES CUAUTITLAN CAMPO 4	
-DISKETT CON LOS DATOS PARA EL ANALISIS DEL DIAGNOSTICO ENERGETICO EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN CAMPO 4	

Antecedentes

Desde el inicio de la humanidad ha sido una necesidad del ser humano poder contar con niveles de iluminación adecuados y confortables para la realización de sus actividades.

A partir del descubrimiento de fuego, el hombre ha ido desarrollando continuamente mejoras y mejores fuentes luminosas, así como métodos para controlar la luz en su medio ambiente. Primero aparecieron las fogatas para iluminar sus cavernas, pero como la civilización ha ido progresando y su extensión ha sido cada vez mayor, la fogata cambio a cirios, después a lámparas de aceite, después a lámparas de gas, y así sucesivamente, hasta que el inventor Thomas Alva Edison consiguió producir la lámpara incandescente, lo que dio inicio a lo que en ese entonces no se le conoció así, pero que con el tiempo se le denominó como ciencias de la iluminación, lo que permitió ir avanzando rápidamente en el desarrollo de lámparas de filamento mas eficiente y nuevas fuentes de luz, como las lámparas de vapor de sodio, lámparas de vapor de mercurio, de aditivos metálicos, y lámparas fluorescentes, lo que permitió que cada vez se obtuvieran mejores niveles de luminosidad.

A la par de esto, también se estudiaron los locales y se establecieron normas para definir el tipo de iluminación que se deberá ocupar, dependiendo por supuesto de la actividad a realizarse, y las condiciones del mismo local. Esto ha permitido conjuntar y complementar ambas ramas de la ciencia para poder dar soluciones a la problemática de la iluminación, optimizando los recursos, para un mejor aprovechamiento de estos mismos.

La energía es imprescindible para la vida. Consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, siempre que ese consumo esté ajustado a nuestras necesidades y trate de aprovechar al máximo las posibilidades contenidas en la misma.

El consumo de la energía proveniente de los hidrocarburos tiene consecuencias negativas sobre la conservación del medio ambiente, a las que el desarrollo técnico

no ha sido capaz de encontrar todavía soluciones suficientemente satisfactorias y que empiezan ya a resultar alarmantes en algunos países aunque sus consecuencias afectan a todo el planeta.

En este sentido, la mayoría de los países preocupados por el medio ambiente, han determinado que el ahorro y uso eficiente de la energía es una de las alternativas más idónea para aplicarse, por tener la ventaja de ser una medida económicamente rentable.

En principio, los esfuerzos se enfocaron al sector industrial, el cual suele presentar el mayor porcentaje del consumo de energía en una nación, teniendo como ventaja de que dicho consumo se concentra en pocas unidades empresariales en las que el proceso de innovación tecnológica y de sustitución de equipos forma parte de su actividad cotidiana.

Otros sectores como el de inmuebles comerciales y residenciales presentan la enorme complejidad de que el consumo de energía se lleva a cabo en infinidad de centros dispersos sobre los que resulta muy difícil, incluso acceder por vía de las reglamentaciones legales y en los que las posibilidades de actuación se basan; por tanto, se proporciona información y apoyo técnico a los consumidores para que éstos adopten una actitud responsable frente al ahorro de energía.

Este es el motivo principal de la elaboración de este trabajo de tesis, esperando que sirva de ayuda para el ahorro de recursos y el mejor aprovechamiento de ellos.

Introducción

Para dar una idea mas adecuada de lo que representa este trabajo será necesario dar una breve explicación teórica de los principios de iluminación.

La luz comprende un rango pequeño de energía electromagnética. Es un rango especial porque solo en el puede ser estimulados los dos tipos de receptores dentro del ojo que permiten la visión. De esta forma, llamamos a la luz energía visible.

Considerando la composición fisiológica y las funciones del ojo y que la energía no se destruye, si no, solo se transforma, podemos comprender que la luz se transforma de energía eléctrica a energía electromagnética. Comprendido dentro de una franja aproximadamente de 380 a 780 nanómetros y que es a lo que le llamamos comúnmente como "luz".

Asociado con lo anterior esta el color, que es un termino que describe la energía radiante visible que llega al ojo, provenientes de luz y de objetos.

Comúnmente se asocia el color con los objetos físicos, que se ven a su alrededor. Entonces, el color de un objeto dado esta determinado por las características de la fuente de luz con la cual se esta viendo y la forma en que el objeto absorbe, transmite o refleja las ondas de luz que llegan a el. También las condiciones del ojo del observador son un factor importante.

Una fuente de luz emitiendo energía radiante relativamente balanceada en todas las longitudes de onda visibles le parecerán al ojo humano como color blanco.

Una fuente de luz radia mas energía a unas longitudes de onda que a otras y un objeto de cierto color refleja o transmite algunas longitudes de onda mas fácilmente que a otras. En ambos casos no existe un balance de energía ocasionalmente en el punto donde algunas longitudes de onda faltan, en la mezcla que entra al ojo humano.

En fin, los colores que vemos en los objetos son el resultado de las ondas de energía radiante que llegan al ojo, pero después de haber sido modificados en muchas formas por cada objeto. Todos los objetos tienen un efecto que modifica las ondas de luz, reduciendo la cantidad de energía y el tipo de ondas de luz que llegan al ojo.

Algunas fuentes de luz son deficientes en energía en varias longitudes de onda y aun así pueden emitir lo que se considera como luz blanca.

Existen fuentes calidas como las incandescentes y algunas lámparas fluorescentes. Estas producen luz blanca, que tiende a ser fuerte en las longitudes de onda rojas, naranjas, o amarillas, también existen fuentes frías como lámparas de mercurio y otras fuentes fluorescentes que producen luz blanca y son tendientes al azul y al verde.

Ahora bien, una vez vistos los principios de iluminación, es importante señalar como trabaja el ojo humano. Las ondas de luz entran al ojo a través de la cornea, la cual actúa igual que la lente convexa de una cámara desviando los rayos hacia un mismo punto.

El iris actúa como diafragma el cual expande la pupila, controlando la cantidad de luz que entra al ojo. Los bastones y conos son los últimos receptores de las imágenes. Ellos transforman el patrón de la imagen óptica recibida de energía radiante a energía química, la cual estimula millones de nervios.

Los patrones ópticos se transforman en impulsos eléctricos que viajan en unos nervios especiales que llegan al nervio óptico. Los nervios ópticos (de ambos ojos) combinan y transmiten los impulsos selectivos al cerebro, donde son finalmente interpretados.

Una vez entendido lo anterior, se puede pasar a describir brevemente como se produce la luz de manera artificial, así como las diferentes maneras de producirlas. La primera será la incandescencia. Iluminación eléctrica, la cual se produce luz al

calentase un filamento hasta el punto de incandescencia, debido a que tiene resistencia al flujo de la corriente eléctrica.

La siguiente sería la incandescencia. Iluminación por gas. En la iluminación por gas, la luz se produce como resultado de la combustión de un gas dentro de un capuchón.

Continuaría la descarga en gas, la cual las lámparas de descarga consisten en tubos de arco de descarga que operan con presiones de vapor y densidades de corriente eléctrica suficientes para generar apreciables cantidades de luz dentro de su propio arco.

Y por último cuando un vapor de mercurio se opera a baja presión y se hace atravesar por una descarga eléctrica, se produce una radiación electromagnética ultra violeta a 253.7 nanómetros, luego se utiliza un recubrimiento de tierras raras para transformar esta energía en luz visible, a lo cual se le llama lámparas fluorescentes.

Estas últimas debido a que representan una mayor durabilidad, ahorro de energía y un excelente rendimiento de color muy similar al de las incandescentes, las hacen apropiadas para iluminar áreas grandes y con diferentes usos.

El principio de funcionamiento es el siguiente: al fenómeno representado por radiaciones luminosas obtenidas mediante materia en la que no se produce en una elevación de temperatura de poca magnitud, se le llama luminiscencia cuando la producción de radiaciones luminosas se mantiene solamente mientras dura la causa que la produce, la luminiscencia producida se llama fluorescencia.

Es una propiedad característica de las sustancias fluorescentes el emitir radiaciones de mayor longitud de onda que las radiaciones recibidas y en este caso, las radiaciones recibidas son ultravioletas, no visibles, que excitan a las sustancias

fluorescentes y estas emiten radiaciones visibles siempre de mayor longitud de onda que las ultravioletas.

Las lámparas fluorescentes son esencialmente lámparas de descarga eléctrica en atmósferas de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte. La descarga se produce en un recipiente tubular de gran longitud con relación a su diámetro, sobre la pared interior se ha depositado una fina capa de substancia mineral fluorescente. En las extremidades del tubo se sitúan los electrodos. El tubo está relleno de un gas noble generalmente argón a algunos milímetros de presión y de una pequeña cantidad de mercurio.

Al aplicar una tensión adecuada entre los electrodos o cátodos de la lámpara se produce una descarga eléctrica entre ellos, los electrones procedentes de los cátodos invaden el espacio ínter electrónico, chocando con los átomos de mercurio que existen en dicho espacio.

A consecuencia de estos choques una parte de los átomos se ionizan, aumentando así la corriente de descarga, la mayor parte de los átomos de mercurio se encuentran excitados en este punto del proceso.

La baja presión que existe en el interior del tubo es a su vez la causante de que en la excitación de los átomos de mercurio se emitan casi exclusivamente radiaciones ultravioletas cuya longitud de onda es de 253.7 nanómetros. Estas radiaciones excitan a su vez materias fluorescentes depositadas en las paredes de tubo que emitirán radiaciones de mayor longitud de onda que las radiaciones ultravioletas incidentes, dicho de otra forma, emitirán radiaciones visibles.

Dentro de los estudios realizados por la Conae se observa que el porcentaje del consumo de energía eléctrica en alumbrado en inmuebles no residenciales que no cuentan con aire acondicionado es aproximadamente del 60%, mientras que con aire acondicionado es del 40%. Al ser un porcentaje alto en consumo de energía, la iluminación se considera un área de oportunidad importante para implantar medidas de ahorro de energía.

1. Definición de la herramienta

Con el fin de promocionar la aplicación de proyectos de eficiencia energética para la implantación de mejoras tecnológicas y operativas que permitan el abatimiento de los costos de energía eléctrica por concepto de alumbrado en inmuebles. La Conae ha diseñado una herramienta de análisis a través de Internet, que permite identificar, los potenciales de ahorro de energía mediante un estudio aplicable de prefactibilidad técnica y económica.

1.1 Objetivos y alcances del diagnóstico

1.1.1. Objetivo general

Funcionar como una herramienta para la determinación de los potenciales de ahorro de energía en los sistemas de alumbrado en inmuebles y la identificación de medidas económicamente factibles en este tipo de instalaciones.

1.1.2. Objetivos particulares

Se buscará identificar principalmente:

- ✓ Eficiencia energética actual del inmueble
- ✓ Potenciales de ahorro de energía eléctrica
- ✓ Potenciales ambientales y energéticos, basados en los elementos necesarios para generar la energía eléctrica en una planta termoeléctrica del Sistema Eléctrico Nacional:
 - Reducción de contaminantes al medio ambiente (CO₂, SO₂, NOx)
 - Conservación de combustóleo
 - Reducción del consumo de agua
- ✓ Estimación de la eficiencia energética posterior a la implantación de medidas
- ✓ Estimación de la inversión requerida para la implantación de medidas
- ✓ Tiempo de recuperación de la inversión a valor presente

1.1.3. Alcances

El diagnóstico energético abarcará los siguientes puntos:

- ❖ **Facturación eléctrica**
Análisis de cada uno de los conceptos de la facturación eléctrica para identificar posibles medidas de ahorro de energía, por ejemplo: factor de potencia y opciones tarifarias
- ❖ **Medición Eléctrica Horaria (MEH)**
Análisis del comportamiento energético del inmueble por medio de una medición total identificando posibles desperdicios de energía con respecto a la ocupación. Asimismo servirá para realizar una comparación con los datos de la facturación eléctrica, a fin de detectar posibles fallas en la misma
- ❖ **Equipamiento**
Evaluación de las diferentes alternativas tecnológicas por medio de un estudio técnico y económico, con base en el censo de equipos de iluminación
- ❖ **Eficiencia energética del inmueble**
Determinación de los índices energéticos actuales y posteriores a la implantación de medidas, a través de la relación energía eléctrica consumida (facturada, medida y censada) con respecto al área del inmueble
- ❖ **Informe**
Entrega de un reporte final con los resultados del diagnóstico energético, medidas técnicas y económicamente viables, montos de inversión y tiempos de recuperación
- ❖ **Asistencia técnica en línea**
Para la ejecución de la metodología, interpretación de los resultados e implantación de las medidas recomendadas, la Conae ha diseñado e instalado un sistema de asistencia técnica en línea por medio de computadoras y a través de la red telefónica nacional.

2. Metodología

La herramienta de análisis se desarrolló con base a la metodología que se aplica en un diagnóstico energético para el sistema de alumbrado interior de un inmueble, cuyo propósito es asegurar la uniformidad, calidad y exactitud de los estudios.

Una característica importante de esta metodología es que es aplicable a un rango muy amplio de instalaciones, que van desde pequeñas oficinas hasta centros comerciales. Debido a lo anterior, la metodología deberá ser aplicada bajo estricto apego a la misma, presentando la información requerida en los formatos indicados para el desarrollo adecuado del diagnóstico.

La metodología muestra las actividades necesarias para la realización de un diagnóstico energético, apoyados en la asistencia técnica de la Conae, ya sea directamente o a través de Internet. Por un lado, la empresa o usuario interesado tiene a su cargo realizar la medición de los principales parámetros eléctricos así como el levantamiento de datos; la Conae analiza la información y propone medidas de ahorro de energía.

2.1. Procedimiento general

Para el desarrollo del diagnóstico energético propuesto, se establecen las siguientes etapas generales:

❖ Levantamiento de datos

Se trata esencialmente de la recopilación de datos generales del inmueble, facturaciones históricas de energía eléctrica y realización de un censo de alumbrado con base a una zonificación arquitectónica del inmueble. (Usuario)

❖ *Medición eléctrica horaria*

Medición, registro y graficación de los parámetros eléctricos durante el lapso de una semana completa en la acometida principal del inmueble. (Usuario)

❖ *Análisis de la información*

Verificación de información proporcionada. (Conae)

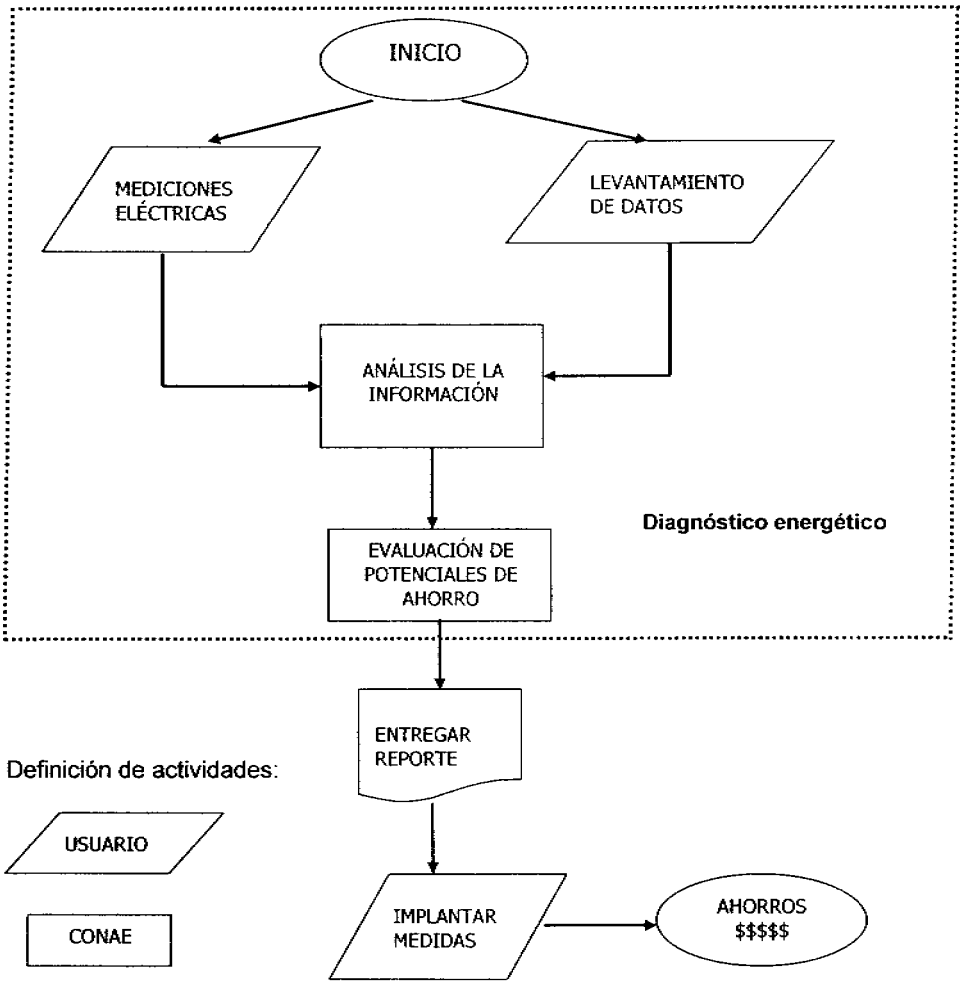
❖ *Establecimiento de medidas de ahorro de energía*

Evaluación técnica y económica de las diferentes alternativas tecnológicas en el sistema de iluminación, así como el análisis de las posibles mejoras operativas. (Conae)

❖ *Elaboración del informe final*

Realización de un reporte ejecutivo que incluye los resultados obtenidos. (Conae)

Diagrama general de actividades



2.2. Tiempos estimados de ejecución

El tiempo para realizar un diagnóstico energético es variable; sin embargo se proporciona una estimación con base a la experiencia:

Levantamiento de datos:	200 m ² /hora – persona
Medición eléctrica horaria:	2 semanas, una para medición y otra para el informe
Medidas de ahorro de energía:	El tiempo estimado es de 10 a 15 medidas al día
Elaboración del informe final:	1 semana
Implantación de medidas:	de 3 a 6 meses

3. Levantamiento de datos

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

Como se describió en el capítulo anterior, esta etapa será realizada por el usuario; por lo tanto, este paso se explicará con mayor detalle. Además, como ya se refirió, el usuario podrá contar en todo momento, con la asesoría técnica en línea de la Conae.

3.1. Recursos de personal

La realización del levantamiento de datos requiere de personal capacitado, para esto, quizás se tenga mayor éxito contratando asesores externos de manera temporal, para lo cual este manual incluye, en el apéndice A, los Términos de Referencias para contratar este tipo de servicio.

En todo caso, se recomienda que el personal encargado cuente con:

- ✓ Responsabilidad en la operación y mantenimiento del inmueble o apoyo de quienes realizan estas funciones.
- ✓ Acceso a la información propia del inmueble, como son las facturaciones eléctricas y los planos arquitectónicos.
- ✓ Disponibilidad de tiempo completo. El tiempo de trabajo dependerá del tamaño del inmueble, complejidad del sistema, disponibilidad de la información, habilidad y tiempo (h/día) dedicado a éste.
- ✓ Autorización de acceso a todas las áreas del inmueble.
- ✓ Conocimientos básicos en equipos de alumbrado.
- ✓ Una o más personas que lo auxilien.

3.2. Actividades

En el desarrollo del levantamiento de datos se establecen cuatro actividades relevantes que tendrán que capturarse en los formatos contenidos en este manual:

- 1) Datos básicos del inmueble
- 2) Datos históricos de facturación eléctrica
- 3) Zonificación del inmueble
- 4) Censo de alumbramiento

3.2.1. Datos básicos del inmueble

Se establecerán las características básicas del inmueble, para lo cual se recopilará la siguiente información (Formato de captura F1):

1. Edificio

- *Fecha*
Anotar la fecha en que se realizó el levantamiento de datos
- *DEN IN*

Esta celda permanece en blanco la Conae le asignará un número de diagnóstico

- *Descripción*

Anotar si es un edificio moderno, antiguo, inteligente, histórico, museo o alguna característica que resalte.

- *Año de construcción*

Anotar el año en que fue construido el inmueble

- *Año de operación del inmueble*

Anotar el año en que el inmueble entró en operación

- *Uso del inmueble*

Anotar el uso que se le da al inmueble, éste puede ser oficina, comercio u hotel. Dependiendo del uso del inmueble el punto 3 del formato F1 cambia.

- *Nombre y dirección de la empresa*

Nombre del Inmueble o Razón Social al que corresponde y se referirá a la calle, número, localidad, municipio o delegación, código postal y el estado de la República Mexicana donde se ubica el inmueble.

2. Construcción

- *Edificio.-* Asignar la primera letra mayúscula del alfabeto ("A"), en caso de contar con un conjunto de edificios. A los siguientes edificios les corresponderá las subsecuentes letras del alfabeto en orden progresivo (por ejemplo: edificio 2= "B", edificio 3= "C").
- *Niveles.-* Anotar por cada edificio el número de niveles que tiene el inmueble, incluyendo sótanos, estacionamientos, "pent house", etc.
- *Área por nivel típico.-* Anotar el área (m²) de un nivel típico del inmueble, ésta se obtiene de los planos arquitectónicos o se realiza una medición taxa ($\pm 10\%$ de error)
- *Área total del edificio.-* Anotar la suma de todas las áreas de cada nivel, incluyendo sótanos, estacionamientos, "pent house", etc. ($\pm 10\%$)
- *Suma Área total.-* Sumar las áreas totales registradas del inmueble ($\pm 10\%$)
- *Superficie del terreno.-* Anotar el área de todo el terreno, en metros cuadrados.

3. a. Censo de personas (uso oficinas)

Realizar un censo rápido del número de personas que se encuentran en el inmueble durante un día típico a diferentes periodos del día (como se sugiere en el formato F1). Se recomienda que el censo lo realicen mínimo dos personas empezando por la planta alta hasta terminar por la planta baja, ya que requiere menos esfuerzo descender un nivel que ascender. Para fines prácticos el censo de personal se realiza dentro del rango horario mostrado y se considera dentro del mismo aún cuando la finalización haya quedado fuera.

Los horarios establecidos quedan como sigue:

Horario	Personas	Observaciones
07:00 – 09:00	Anotar el número de personas que físicamente se encuentren en el inmueble, repitiéndose el proceso en los diferentes horarios	Anotar cualquier actividad que pueda variar la ocupación del inmueble con respecto a la columna de horario; es decir,
09:00 – 12:00		cambio de turno, hora de entrada o salida, hora de comida, personal de vigilancia, etc.
12:00 – 15:00		
15:00 – 17:00		
17:00 – 19:00		
19:00 – 22:00		
22:00 – 07:00		

La importancia del censo de personal se justifica porque permite la preparación de un gráfico de personal y demanda eléctrica medida (kW) vs. tiempo, en la cual se puede estimar la factibilidad de controlar el encendido y apagado del equipo de alumbrado. Un ejemplo gráfico se muestra en la figura 1.

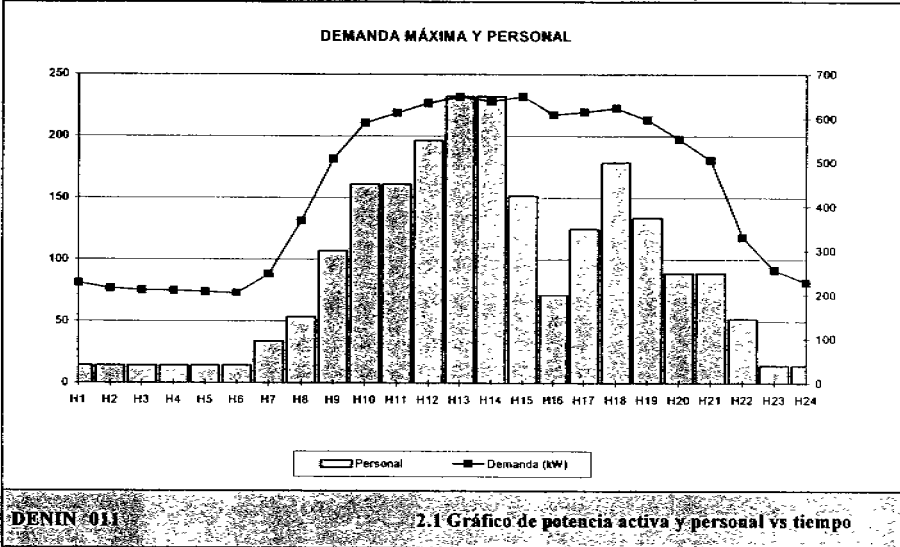


Figura 1. Gráfico de potencia activa y personal vs. tiempo

3. b. Horario y personal (uso comercial)

- **Horario de comercio**
 Anotar le hora en que permanece abierto a la clientela el comercio.
- **Número de empleados**
 Anotar el número de empleados que laboran en el comercio.
- **Observaciones**
 Anotar cualquier actividad que pueda variar la ocupación del inmueble con respecto a la columna de número de empleados; es decir, cambio de turno, hora de entrada o salida, hora de comida, personal de vigilancia, etc.
- **Horario de luces**
 Anotar en el primer renglón el horario de operación del equipo de alumbrado en uso horario normal y en el segundo el horario durante el uso horario de verano.

- *Horario del aire acondicionado*

Anotar el horario correspondiente a la temporada de verano en el primer renglón y en el segundo en temporada de invierno.

3. c. Porcentaje de ocupación (uso hotel)

- *Temporada alta y baja*

Anotar los meses correspondientes a la temporada alta y baja con su correspondiente porcentaje de ocupación del hotel.

- *Número de habitaciones*

Anotar el número de habitaciones que se tengan en el hotel, contando las habitaciones por sencillo, júnior y doble; para posteriormente obtener un total de habitaciones.

- *Observaciones*

Anotar cualquier actividad que pueda variar la ocupación del inmueble con respecto a la columna de número de empleados; es decir, cambio de turno, hora de entrada o salida, hora de comida, personal de vigilancia, etc.

4. Electricidad

- *Capacidad de la subestación.*- Anotar la capacidad de la subestación, los inmuebles que se encuentran en tarifa OM o HM deben llenar el espacio correspondiente, la capacidad está dada en Kva. En caso de tener más de una subestación y/o transformadores, la capacidad total será la suma de las capacidades individuales.
- *Capacidad de las plantas de emergencia.*- Anotar la capacidad de las plantas de emergencia por medio de los datos de placa del generador de la planta, se anotará la potencia de operación continua en Kw.; en caso de tener la capacidad en Kva., anotar el factor de potencia (F. P.) correspondiente.

5. Aire acondicionado

- ❖ *Capacidad del aire acondicionado.-* Anotar la capacidad instalada que se tiene en aire acondicionado en toneladas de refrigeración.
- ❖ *Responsable*

Se deberá indicar personal que participó en el levantamiento de datos, indicando nombre, cargo correspondiente y teléfono, con el fin de establecer comunicación en caso de alguna duda referente a la información proporcionada.

Conae	DATOS BÁSICOS DEL INMUEBLE	FORMATO FI	
		FECHA	Ene.99
		DEN PR	011

1. EDIFICIO	
Descripción El edificio consta de 4 niveles de oficinas y 3 sotanos como estacionamientos, construido con reticulada, columnas de concreto armado, alfombrado en oficinas y pisos de cemento pulido en sotanos, cuenta con 3 elevadores y cisterna	Año de construcción 1995
	Año de operación del inmueble 1996
	Uso 212

Empresa IXE GRUPO FINANCIERO		
Calle y No Periférico Sur # 314		
Colonia/Localidad San Angel Tlacopac	Ciudad MEXICO D.F.	
Delegación/Municipio Alvaro Obregón	Estado MEXICO D.F.	Código Postal 01049

2. CONSTRUCCIÓN			
Edificio	No. de niveles	Área m ² (Aprox)	
		Por nivel	Por edificio
Ixe Plaza	Planta Baja	1258.5	1'258.50
	Nivel 1 al 3	1700	5'100.00
	Sotano 1	2482	2'482.00
	Sotano 2	2542	2'542.00
	Sotano 3	1'182.40	1'182.40
		Área total (m ²)	12'564.90
		Superficie del terreno (m ²)	2'756.00

3. HORARIO Y PERSONAL				
Horario	Personas	Observaciones Los horarios son variables de acuerdo a sus necesidades.	Horario de Trabajo	
7:00 a 9:00	150		De:	A:
9:00 a 12:00	450		8:00 a 20:00	
12:00 a 15:00	650		Horario de Comida	
15:00 a 17:00	200		De:	A:
17:00 a 19:00	500		14:30	16:30
19:00 a 22:00	250			
22:00 a 7:00	40			

4. ELECTRICIDAD	
Tarifa: HM	Capacidad de la(s) subestación(es) en kVA: 750
Región: CENTRO	Capacidad de la(s) planta(s) de emergencia en kW: 530

5. AIRE ACONDICIONADO			
El inmueble tiene equipo de aire acondicionado	Capacidad instalada:	Si (X)	No ()
150			

Realizó:	Ing. David Rubén Martínez Ceballos	
Cargo:	Subdirector de Instalaciones	Teléfono (extensión): 230-8837, 4817730

3.2.2. Datos históricos de facturación eléctrica

Antes de iniciar el proceso de captura, se requiere recopilar los datos eléctricos de las últimas 12 facturaciones eléctricas, como mínimo, a fin de determinar el comportamiento anual del inmueble.

La información que se debe recopilar de los recibos de la facturación eléctrica son las siguientes:

a) *Período:*

Anotar el período correspondiente a la factura eléctrica de la siguiente forma:

Inicio del período: día/mes/año	Fin del período: día/mes/año
---------------------------------	------------------------------

b) *Mes*

Anotar el mes, éste corresponderá al mayor número de días de un período, que se encuentren en el mes correspondiente; por ejemplo:

Período 12/feb/96 al 11/mzo/96, por lo tanto se deberá indicar, Mes = febrero

c) *Demanda máxima, consumo de energía, factor de potencia y facturación*

Anotar la demanda máxima, consumo, factor de potencia y facturación; estos datos se localizan en el recibo de factura eléctrica.

Existen varias tarifas eléctricas en la que se contrata el suministro con base a la demanda eléctrica, lo que hace necesario el uso de un formato adecuado para el análisis de la información, por lo que, para los contratos en tarifa 2, 3 y OM se debe usar el formato F2-A y para la tarifa HM el formato F2-B.

En el caso de estar contratado el suministro eléctrico en tarifa 2, en los recibos de la facturación eléctrica no aparece el cargo por demanda máxima ni por factor de potencia, por lo que las columnas correspondientes quedarán vacías.

DATOS DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA

Conae		FORMATO F2-B																	
		FECHA:		Ene.99								Factor de carga		Costo unitario					
		DENIN:		011								[%]		[\$/kWh]					
Inmueble:		Región: CENTRO																	
		Tarifa: HM																	
		Periférico Sur # 314																	
Periodo inicio	fin	mes	Demanda máxima [kW]			Consumo de energía [kWh]			Factor de potencia [%]	Factura eléctrica [S]	Factor de carga [%]	Costo unitario [\$/kWh]							
			Base	Intermedia	Punta	Base	Intermedio	Punta					Total						
16.Jul.97	14.Ago.97	JUL	94	270	233	245	110'000	436'000	57'000	603'000	100.00%	226'148	320.88%	0.38					
14.Ago.97	12.Sep.97	AGO	102	269	227	240	16'000	73'000	2'000	91'000		41'134	48.60%	0.45					
12.Sep.97	14.Oct.97	SEP	112	283	251	261	22'000	80'000	5'000	107'000	86.87%	52'061	49.23%	0.49					
14.Oct.97	12.Nov.97	OCT	112	283	251	261	17'938	72'500	4'531	94'969	86.87%	48'287	48.22%	0.51					
12.Nov.97	15.Dic.97	NOV	112	283	265	271	26'000	59'000	20'000	105'000	86.82%	65'810	46.85%	0.63					
15.Dic.97	14.Ene.98	DIC	93	238	224	229	18'000	54'000	12'000	84'000	85.48%	50'444	49.02%	0.60					
14.Ene.98	13.Feb.98	ENE	98	253	238	243	18'000	59'000	16'000	93'000	85.26%	57'855	51.05%	0.62					
Promedio						250			119'071			16'647		77'391		87.69%		0.52	
Total anual						1'750			833'500			117'969		541'739		—		2.17	

3.2.3. Zonificación del inmueble

Para realizar esta actividad se establecen dos pasos principales:

a) Obtener los planos arquitectónicos del inmueble

Los planos arquitectónicos deben ser de fachada y niveles del inmueble actualizado. En caso de no contar con los planos, éstos se deberán dibujar a mano alzada para cada uno de los niveles con sus respectivas dimensiones.

Es importante considerar, que las sumas totales de las áreas deben concordar con los metros cuadrados construidos del formato "Datos básicos del inmueble" (formato F1).

b) Zonificación de las áreas

Con una copia de los planos arquitectónicos se lleva a cabo la zonificación de las áreas por cada nivel del inmueble, identificando las principales actividades de trabajo tales como: oficinas, cubículos, salas de espera, salas de juntas, pasillos, etc. A éstas se les asignará un código de dos dígitos, como se muestra en la tabla 1.

Zona	Actividad
01	General
02	Vestíbulos y elevadores
03	Pasillos
04	Escaleras
05	Baños
06	Estacionamiento cubierto
07	Otros

Tabla 1. Códigos para zonificación

La numeración deberá ser en forma progresiva y en caso de existir dos o más áreas, en el mismo nivel con la misma actividad, a ambas les corresponderán el mismo código.

En el apéndice A Términos de referencia del levantamiento de datos (anexo B, inciso E), se encontrará algunas claves de zonificación recomendadas por la Conae.

Esta actividad se realiza para localizar adecuadamente el equipo de alumbrado y determinar la Densidad de Potencia Eléctrica del Alumbrado (DPEA) por tipo de actividad.

Para el llenado del formato de Zonificación F3, a continuación se describen cada una de las columnas:

- *Edificio*

Asignar la letra "A" mayúscula; en caso de haber un conjunto de edificios se asignarán letras diferentes, mismas que ya no cambiarán.

- *Nivel*

Para cada nivel de piso se asignarán dos dígitos; la letra S y un dígito para sótanos; la letra E y un dígito para estacionamientos, la letra M y un dígito para los mezanines, PB para planta baja y PH para "pent house", etc.

- *Zona*

En los planos arquitectónicos se debe llevar a cabo una zonificación, la cual se hará obedeciendo el criterio de operación del inmueble; es decir, se deberá marcar las áreas de: oficinas, pasillos, áreas generales, salas de lectura, etc. Y éstas se identificarán con dos dígitos anotando 01, 02, 03, etc. Y así sucesivamente para cada nivel y en el formato se anotará el número que se le haya asignado en los planos. Cuando el piso completo se identifique con una actividad única, la zona se indicará con los dígitos "00".

Ejemplo:

A 03 06, se refiere al Edificio A, tercer nivel, zona seis.

A E1 04, se refiere al edificio A, estacionamiento uno, zona cuatro

- *Descripción*

Anotar el uso que se le da a la zona; ejemplo: pasillos, escaleras, oficinas con o sin computadora, biblioteca, sala de lectura, etc.

- *Actividad*

Correspondiente a la tarea visual con sus respectivos luxes requeridos para realizar la actividad dentro de esa zona, anotar la clave que más se acerque a la descripción, usando la definición indicada en la parte inferior del formato; ejemplo: Auditorio, le corresponde la letra "C". Para mayor detalle consultar el anexo B, inciso D.

- *Superficie*

Anotar la superficie de la zona, se determina con ayuda de los planos arquitectónicos o medición laxa de la zona.

- *Observaciones*

Anotar si la zona cuenta con dispositivos ahorradores como: sensores de presencia, atenuadores, temporizadores, etc.

Cona e

ZONIFICACIÓN DE ÁREAS

FORMATO F3

FECHA: Ene.99

DEN PR: 011

Inmueble: IXE GRUPO FINANCIERO

Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Superficie [m ²]	Observaciones
A	P1	05	BANOS	43.52	
A	P1	13	CUARTO CON COMPUTADORA PERSONAL	973.66	
A	P1	02	ELEVADORES	14	
A	P1	04	ESCALERAS	15.36	
A	P1	12	PRIVADOS	315.44	
A	P1	01	RECEPCION	113.8	
A	P1	21	SALA DE JUNTAS	35.72	
A	P1	03	PASILLOS	2	
A	P1	37	BODEGA (ALMACEN)	2.8	
A	P1	14	ARCHIVO	8.5	
A	P1	52	COMPUTO	204.75	
A	PB	05	BANOS	12	
A	PB	13	CUARTO CON COMPUTADORA PERSONAL	682	
A	PB	02	ELEVADORES	14	
A	PB	04	ESCALERAS	12	
A	PB	12	PRIVADOS	52	
A	PB	01	RECEPCION	118	
A	PB	21	SALA DE JUNTAS	24	
A	PB	03	PASILLOS	17.5	
A	PB	37	BODEGA (ALMACEN)	2	
A	PB	14	ARCHIVO	6	
A	PB	55	SUCURSAL BANCARIA	175	
A	PB	38	BODEGA	78.5	
A	PB	2	VESTIBULO (EXTERIOR)	66	
A	PB	7	PATIO HACIA LA CALLE (EXTERIOR)	632.25	
A	PB	8	ESTACIONAMIENTO DESCUBIERTO (EXTER	773.25	
				4'394.05	

3.2.4. Censo de alumbrado

El punto medular del levantamiento de datos e inclusive del diagnóstico energético, se encuentra en esta actividad. De ello depende que las estimaciones de los potenciales de ahorro de energía estén bien sustentadas, por lo que se recomienda poner especial cuidado en su llenado.

Para la captura de la información se deberán considerar los siguientes aspectos:

a) Localización de equipos (edificio, nivel y zona)

Con base a la zonificación realizada previamente en los planos arquitectónicos, se realizará la localización de las luminarias, por lo que en el censo de equipos de alumbrado corresponderá a la codificación de la zonificación de áreas (formato F3=, indicándose con la misma clave el edificio, nivel y zona, aclarando que no debe existir más ni menos zonas que las marcadas en el formato F3.

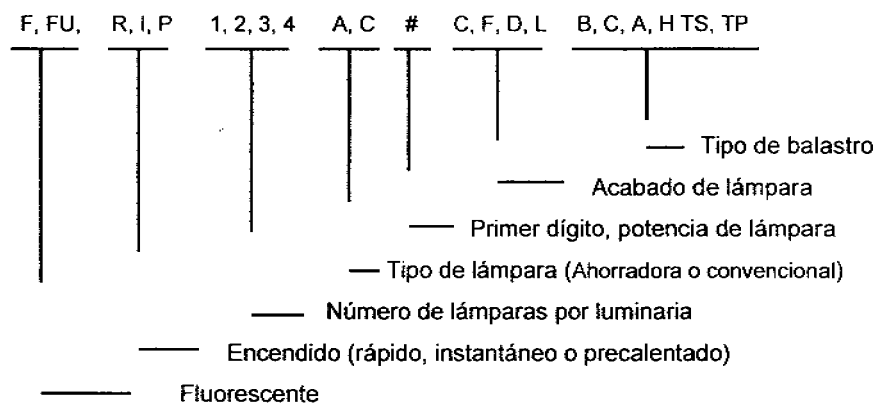
En el caso de existir más de un tipo de lámpara en la misma zona, deberá indicarlo, repitiendo la clave de edificio, nivel y zona.

b) Código de equipos

La codificación es la forma de identificar el equipo de alumbrado con claves. Cada fabricante tiene sus propias claves para designar a los equipos de alumbrado en una forma genérica que relaciona la información técnica de los equipos.

Debido a que la codificación de los equipos fluorescentes y HID es bastante densa por la información que representan, a continuación se proporciona su descripción;

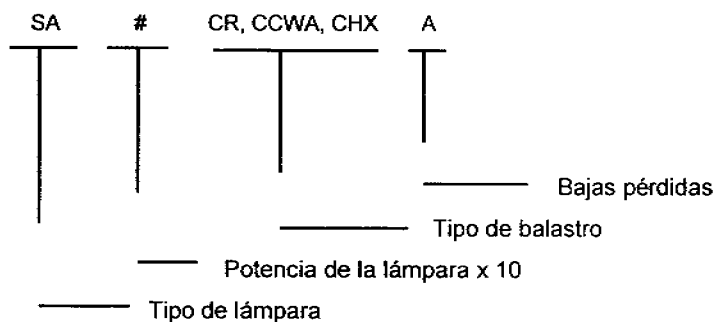
b. 1) Código para lámparas fluorescentes



Definición del código alfanumérico:

F, FU	Fluorescente, F, tipo "U"
R, I, PH	Encendido (Rápido, instantáneo y precalentado)
1, 2, 3, o 4	Número de lámparas por luminaria
A o C	Tipo de lámpara (ahorradora o convencional)
#	Primer dígito de potencia de lámpara
C, F, D, L	Blanco cálido, blanco frío, luz de día, blanco ligero
B, C, A, H, TS, TP	Tipo de balastro (B-Baja energía, C-convencional, A-Ahorrador, H- híbrido, TS-electrónico estándar, TP-electrónico alta calidad)

b. 2) Código para lámparas de alta intensidad (HID)



Código alfanumérico

SA	-	Sodio alta presión
#	-	Potencia de la lámpara por diez (ej. 7=70W; excepto 3=35W)
CR, CCWZ, CHX	-	Tipo de balastro

En el apéndice B, anexo B se encuentra una lista con todos los códigos que se tienen hasta el momento para anotarlo en la columna asignada al código del equipo de alumbrado.

Nota: Al ser la identificación del equipo de alumbrado una actividad fundamental para el diagnóstico energético. Además, bastante extensa, el mostrar la forma de cómo identificar los equipos, lámparas y balastos, se ve la necesidad de elaborar un apartado exclusivo (Apéndice D) de éste tema; por lo que, la persona encargada del censo del equipo de alumbrado debe revisarlo en caso de no poder identificar a los equipos.

c) Descripción del equipo

Con el código de equipo, la descripción del equipo aparece automáticamente. Si al aparecer la descripción del equipo se identifica que no es la deseada, regrese a la selección del equipo.

d) Potencia unitaria (W)

Al igual que la descripción del equipo, la potencia unitaria del equipo se llena automáticamente.

e) Cantidad

Anotar el número de equipos existentes dentro de la zona

f) Operación en demanda máxima (Si/No)

Identificar inicialmente el horario de operación y consumo de energía máxima del inmueble, éste es cuando la mayor cantidad de equipo de alumbrado y aire acondicionado se encuentran operando. Una vez establecido el horario de demanda máxima, identificar los equipos de alumbrado que permanecen encendidos en este horario. Los equipos de alumbrado que operen en éste período se les asignarán una letra "S", y con una "N" los que operen fuera de este horario.

g) Tiempo de uso de lunes a viernes (h/d)

Anotar el tiempo de uso promedio en horas/día que opera el equipo de alumbrado de cada zona.

h) Tiempo de uso en sábado (h/d)

Anotar el número de horas en operación del equipo de alumbrado de cada zona el día sábado.

i) Tiempo de uso en domingo (h/d)

Anotar el número de horas en operación del equipo de alumbrado de cada zona el día domingo.

j) Tiempo de uso mensual (h/mes)

Esta celda su llenado es automático. Aquí se multiplica por 5 el tiempo de operación de lun-vier. Y sumarle los tiempos de operación del sábado y domingo; el resultado multiplicarlo por un valor de 4.34 (número de semanas promedio en un mes) para determinar las horas de uso mensual de operación (h/mes)

Fórmula:

$$\text{Tiempo de uso mensual (h/mes)} = 4.34 \times (5 \times \text{lun-vier.} + \text{sábado} + \text{domingo})$$

k) Capacidad instalada (Kw.)

Esta celda su llenado es automático. Aquí la potencia unitaria se multiplica por la cantidad de equipos.

l) Potencia en demanda máxima (Kw.)

Esta celda su llenado es automático. Aquí la capacidad instalada será igual a la columna de "operación en demanda máxima" sólo si se indicó una "S" e igual a cero si se indicó una "N"

m) Consumo mensual (Kwh./mes)

Esta celda su llenado es automático. Aquí se anota el resultado de multiplicar el tiempo de uso de un mes "TUM" (h/mes) por la capacidad instalada (Kw.)

Conae

EQUIPOS DE ALUMBRADO

Inmueble: IXE GRUPO FINANCIERO

Edificio	Nivel	Zona	Codigo Equipo	Descripción del equipo	Potencia [W]	Núm. de equipos por luminarios	Cantidad de luminarios	Cantidad de equipos	Oper. Dem. máx. S/N	Tiempo de uso promedio (horas/día)			Tiempo mensual [horas]
										Lun-Mié	Vié-Sáb	Domingo	
				TOTAL				0					

4. ANALISIS DE LA INFORMACION

La Conae realiza el análisis de la información después de que el usuario la ha finalizado con el levantamiento de datos; por lo tanto, la etapa de análisis es la forma mediante la cual se verifica la información capturada en los formatos establecidos en el levantamiento de datos, capítulo 3

Para determinar que los datos proporcionados por el usuario son confiables, se realiza un cruce de información de los formatos de captura llamados filtros, es decir, comparando datos de un formato con datos de otro; estos deben coincidir o en su caso ser muy semejantes. Con el fin de que el usuario tome debidas precauciones para revisar la información y no se vea sorprendido, a continuación se presentan los principales filtros:

- la superficie total construida de los datos del inmueble deben coincidir con los metros cuadrados totales de la zonificación (sección 2 del formato F1 , con formato F3)
- La demanda eléctrica y el consumo de energía de la facturación (formato F2), deben ser semejante con la demanda y el consumo eléctrico medido.
- La demanda Eléctrica facturada y la medida deben ser superiores a la demanda censada por los equipos de alumbrado en el orden de entre un 10 y un 30 %, cuando no se cuenta con aire acondicionado. En caso de resultar mayor, existe la posibilidad de haber anotado mas lámparas de las existentes o que la identificación de los equipos de alumbrado fue incorrecta
- Con la zonificación de áreas (formato F3), se verifica que el censo de equipos de alumbrado (formato F4) no muestre mas áreas y/o zonas de las que realmente se marcaron.

Además se realiza una comparación de los índices energéticos actuales que presenta el inmueble con los identificados en la base de datos de la Conae, en caso de no existir una aproximación aceptable, la información capturada se revisa con mayor detalle.

4.1 Análisis de la facturación

La forma de realizar un análisis es ordenar la información de la facturación eléctrica dentro de un formato en el cual se presentan tres secciones

- Datos generales del Inmueble
- Datos eléctricos
- Relación de índices energéticos

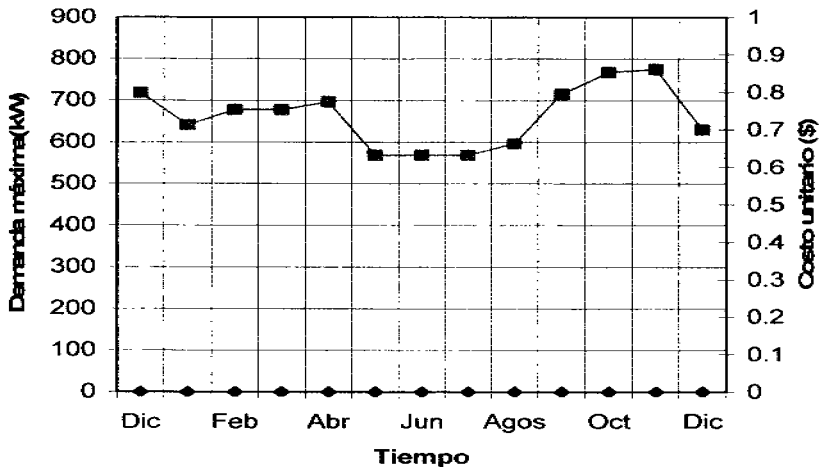
DATOS ELÉCTRICOS

Descripción	Valores	Unidades	Observaciones
Tarifa eléctrica	0.00	---	#N/A
Región	0	---	
Demanda máx	775.00	kW	promedio mensual
Consumo men	51,000	kWh/mes	promedio
Consumo anua	612,000	kWh/año	
Factor de pote	292,000.00	%	promedio
Demanda med	69.86	kW	@ 730 horas/mes
Factor de carg	18955300%	%	promedio
Facturación m	1	\$/mes	promedio
Costo Unitario	0.5064	\$/kWh	promedio mensual
Capacidad en	0	kVA	
Factor de carg	#¡DIV/0!	kW/kVA	
Capacidad en	0	kW	
Factor de disp	0.00	%	

RELACION DE INDICES ELÉCTRICOS DE FACTURACIÓN

Descripción	Valores	Unidades
Densidad de potencia eléctric	#¡DIV/0!	W/m ²
Densidad de potencia eléctric	#¡REF!	W/persona
Densidad de energía eléctrica	#¡DIV/0!	kWh/m ² -año
Densidad de energía eléctrica	#¡REF!	kWh/persona-año

PROYECTO: CIEN EDIFICIOS PRIVADOS/AIRE ACONDICIONADO
 INMUEBLE: 0
 PERIODO DE ANÁLISIS: \$997 a enero 1998



■ Costo unitario (\$) ● Demanda máxima (kW)

4.2 Análisis de la medición eléctrica

El análisis de la medición eléctrica horaria se hace para comparar los parámetros eléctricos con la facturación eléctrica. Los parámetros eléctricos de la medición deben ser similares a la facturación; en caso contrario, existen dos posibilidades.

La medición eléctrica no fue correcta debido a fallas propias del equipo o se tiene cargos eléctricos indebidos pudiendo reclamar a la empresa suministradora.

Los índices energéticos que se obtengan de la medición eléctrica deben ser similares a los obtenidos por la facturación.

El formato de análisis contiene tres secciones

- Datos eléctricos de la medición, demanda (kw), consumo de energía (kwh), factor de potencia, etc.
- Índice energético de la medición
- Grafico de demanda y personal vs. tiempo

4.3 Análisis del censo del equipo de alumbrado

El análisis del censo del equipo de alumbrado consiste en determinar la potencia instalada en el sistema de iluminación y así hacer una comparación de la densidad de potencia eléctrica en el alumbrado (DPEA), la cual establece el rango máximo de una aceptación para cada tipo de inmueble no residencial nuevo o por ampliación del mismo. Los valores de la norma sirven como referencia para establecer el grado de eficiencia del inmueble que a su vez indica los potenciales de ahorro de energía en iluminación.

Cuando el consumo calculado en el censo de alumbrado es superior a la facturación, se comparan las horas de operación de los equipos con el gráfico de demanda eléctrica obtenido de la medición eléctrica para determinar si las horas de operación se muestran en el censo son las correctas.

De igual manera que los análisis anteriores, se usa un formato de análisis para detectar rápidamente alguna incongruencia en la información. El formato se divide en tres secciones.

- Datos eléctricos. Cantidad de equipos, demanda y consumo que tiene el equipo de iluminación.
- Índices energéticos del censo de alumbrado
- Distribución del alumbrado por potencia y consumo usado por cada grupo de equipo de alumbrado con su respectivo gráfico

3. ANÁLISIS DEL CENSO DE ALUMBRADO

DENPR 0

DATOS ELÉCTRICOS			
Descripción	Valores	Unidades	Observaciones
Cantidad de equipos instalados	1052	piezas	totales existentes
Capacidad instalada	69.37	kW	estimada
Potencia demandada	67.00	kW	estimada
Consumo mensual	21756	kWh/mes	estimada
Factor de carga	44.49	%	promedio

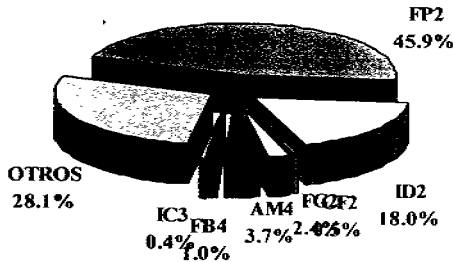
RELACION DE INDICES ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO		
Descripción	Valores	Unidades
Densidad de potencia eléctrica por área	110	W/m ²
Densidad de potencia eléctrica por persona	#REF!	W/persona
Densidad de energía eléctrica por área	4.28	kWh/m ² -año
Densidad de energía eléctrica por persona	#REF!	kWh/persona-año
Densidad de carga instalada por área	114	W/m ²
DPEA (NOM-007-ENER-1995) Pam:	#N/A	#N/A W/m ²

DPEA = Densidad de potencia eléctrica de alumbrado, usar valores sólo como referencia.

DISTRIBUCIÓN DEL ALUMBRADO GENERAL

Código	Descripción	Cantidad No.	Capacidad instalada		Pot. en Dem. máxima [kW]	Consumo [kWh/mes]
			[kW]	[%]		
FP2	Fl. AR T-8 y bal. electrón. 2x32 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
ID2	Dicroica 50 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
CF2	CF (Bal. Interc.) 9 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
FG2	Fl. Al. ahorr. y bal. electrón. 2x32 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
AM4	Aditivos metálicos de 250 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
FB4	Fl. Al. y bal. conv. 2x39 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
IC3	Incand. 60 W	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
OTROS	VARIOS	#VALOR!	8.51	#VALOR!	8.3	5764
TOTAL		#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!

PROYECTO: BIEN EDIFICIOS PRIVADOS/AIRE ACONDICIONADO INMUEBLE: #REF!



DENIN 0 3.1 Gráfica de distribución del equipo de alumbrado

5. Formatos de evaluación (medidas de ahorro de energía)

Después de realizar el levantamiento de datos y analizar la información, la etapa a desarrollar es la de establecer medidas de ahorro de energía para el sistema de iluminación.

Para lo cual, se elaboraron hojas de cálculo que presentaran en forma ordenada y metódica la evaluación técnica y económica del reemplazo.

5.1. Evaluación técnica

El programa de evaluación técnica se encuentra vinculado con una base de datos de equipos de alumbrado de aproximadamente 600 sistemas diferentes, donde se muestran las especificaciones técnicas de cada uno de los sistemas, como son: tipo y potencia de la lámpara, tipo de balastro, precios de balastro, etc. Además, se encuentra vinculado con las tarifas eléctricas de 2004, para determinar los costos eléctricos en el periodo de la realización de la medida.

En la evaluación técnica se establece que para un mismo sistema de alumbrado con diferentes horas de uso, se deberá obtener un promedio ponderado del tiempo de operación, a fin de no recomendar una gran gama de productos que saturen el almacén del inmueble.

El llenado del formato es realmente sencillo debido a la vinculación que existe entre el formato técnico y la base de datos, simplemente es necesario anotar en el formato el código del equipo actual y el código del equipo de reemplazo en las celdas correspondientes y cada una de las celdas se llenara con sus especificaciones técnicas.

Así mismo, se requiere anotar la cantidad de equipo existente, las horas promedio de operación y la tarifa eléctrica contratada para determinar los ahorros de energía por consumo y demanda facturada, así como el ahorro económico.

En este formato se determina la reducción de la demanda (kw), y el consumo eléctrico (kwh), mensual al aplicar la medida, así como el monto de la inversión y el tiempo simple de recuperación de la misma.

A continuación se muestra el formato de análisis

Conae	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN			MAE	1
				DEN IN	FECHA
				FECHA	Ago-05
INMUEBLE #REF!					
SISTEMA: #N/A TIEMPO DE USO: 0 h/mes				CASO BASE	MAE
nas que no operan en demanda máxima #REF! de 2 <i>Clave Conae</i>				1	RCF
LUMINARIO	COSTO REFLECTOR/LUMIN. (\$) :				
	COSTO UNITARIO BASES (\$) :				8.00
BALASTRO	TIPO			#N/A	#N/A
	LÁMPARAS/SISTEMA			#N/A	#N/A
	VIDA NOMINAL (h)			#N/A	#N/A
	COSTO UNITARIO (\$) :			#N/A	#N/A
	TENSIÓN NOMINAL (v)			127	127
LÁMPARA	TIPO			#N/A	#N/A
	ÍNDICE REND. DE COLOR			#N/A	#N/A
	TEMPERATURA DE COLOR (K)			#N/A	#N/A
	LÚMENES INICIALES (lm)			#N/A	#N/A
	LÚMENES/SISTEMA (lm)			#N/A	#N/A
	VIDA NOMINAL (h)			#N/A	#N/A
	COSTO POR LAMPARA (\$) :			#N/A	#N/A
SISTEMA ELÉC.	POTENCIA DEL SISTEMA (W)			#N/A	#N/A
	CANTIDAD DE SISTEMAS			2	2
	POTENCIA TOTAL (kW)			#N/A	#N/A
	CONSUMO MENSUAL (kWh)			#N/A	#N/A
	COSTO POR ENI Tarifa: HM, CENTRO (FEB/99)			#N/A	#N/A
	COSTO POR DEMANDA (\$/kW)			#N/A	#N/A
INVERSIÓN INI.	IMPORTE POR REFLECTOR (\$) :			0.00	0.00
	IMPORTE LÁMPARAS (\$) :			0.00	#N/A
	IMPORTE BALASTROS (\$) :			0.00	#N/A
	IMPORTE BASES (\$) :			#N/A	#N/A
	INSTALACIÓN LÁ/BA/BRA/RE (\$) :			0.00	64.00
	COSTO TOTAL RETROFIT (\$) :			#N/A	#N/A
COSTO OPER.	POR ENERGÍA (\$) :			#N/A	#N/A
	POR DEMANDA (\$) :			#REF!	#REF!
	COSTO TOTAL ELÉCTRICO (\$) :			#N/A	#N/A
ANÁLISIS TÉCN.	AHORRO ENERGÍA (kWh/mes)			—	#N/A
	AHORRO ENERGÍA MENSUAL (%) :			—	#N/A
	RED. DEMANDA MENSUAL (kW)			—	#N/A
ANÁLISIS ECON.	AHORRO POR OPERACIÓN (\$/mes)			—	#N/A
	AHORRO POR REEMPLAZO (\$/mes)			—	#N/A

5.2 Evaluación económica

La evaluación económica se encuentra vinculada con la información obtenida de la evaluación técnica. Estos datos son:

- Ahorro eléctrico
- Ahorro económico
- Inversión requerida para aplicar la medida

El procedimiento para determinar la rentabilidad del reemplazo esta basada por la metodología de la ingeniería económica, como es la tasa Interna de Retorno (TIR), y la relación beneficio/costo (B/C); además se determina el tiempo de recuperación a valor presente.

La TIR es la tasa a la cual el valor presente es igual a cero, en otras palabras, es la tasa de interés pagada sobre una cantidad de dinero tomada en préstamo, de tal forma que el pago lleva el saldo a cero, en un periodo de tiempo establecido, para decidir si el proyecto es rentable la TIR deberá ser mayor a la tasa real de descuento, la cual es establecida por la banca comercial.

La relación beneficio/costo es el resultado de dividir los benéficos económicos entre los costos, ambos a valor presente, esta relación debera ser mayor o igual a 1; en caso de no serlo, la medida se rechaza y se busca otra alternativa.

En el programa se determina el tiempo de recuperación de la inversión, considerando el valor del dinero en el tiempo, esto se muestra en el grafico que se encuentra integrado en el mismo, la línea a valor presente se interrumpe cuando termina la vida del proyecto.

Además, se muestran los beneficios ambientales derivados del ahorro de energía, estos son determinados con base en los requerimientos necesarios en una central

termoeléctrica considerando la estructura del sistema eléctrico nacional para generar un kwh.

A continuación se muestra el formato para la evaluación económica.

DEPENDENCIA: 0		DEN IN: 000-00
INMUEBLE: EMPRESA:		FECHA: Ago-05
CONSOLIDADO DEL PROYECTO		
AHORRO ELÉCTRICO		
EN CARGA INSTALADA =	0.00	kW
EN DEMANDA MÁXIMA =	0.00	kW at mes
EN CONSUMO =	0	kWh/mes
AHORRO ECONÓMICO		
MONTO =	0	\$/mes
INVERSIÓN		
MONTO =	0	\$
VIDA DEL PROYECTO =	0	meses
TASA REAL DE DESCUENTO =	1	del PROYECT/ anual
EVALUACIÓN ECONÓMICA		
VALOR PRESENTE =	#¡VALOR!	\$
TASA INTERNA DE RETORNO =	#¡NUM!	anual
BENEFICIO/COSTO =	#¡VALOR!	
RESULTADOS		
AHORRO A VALOR PRESENTE =	#¡VALOR!	\$/año
TIEMPO DE RECUPERACIÓN =	1	meses
FUNCIÓN DE VALOR PRESENTE		
BENEFICIO AMBIENTAL (considera estructura eléctrica nacional)		
REDUCCIÓN DE CO ₂	0 kg/año	#¡VALOR! kg/vida proy.
REDUCCIÓN DE SO ₂	0 kg/año	#¡VALOR! kg/vida proy.
REDUCCIÓN DE NOx	0.0 kg/año	#¡VALOR! kg/vida proy.
CONSERVACIÓN DE COMBUSTIBLE	0 L/año	#¡VALOR! L/vida proy.
REDUCCIÓN CONSUMO DE AGUA	0 L/año	#¡VALOR! L/vida proy.

5.3 Resultados de la evaluación técnica y económica

Con el objeto de tener una visión general de todas las medidas propuestas para el alumbrado, se realiza una vinculación de la información obtenida en la evaluación técnica y económica con la tabla de las medidas de inversión para el ahorro de energía la cual muestra un resumen de los principales resultados.

En esta se calculan los porcentajes de ahorro económicos con respecto a los datos de la facturación para cada una de las medidas de ahorro de energía, en carga instalada, potencia demandada, consumo de energía y ahorros.

MAE	Descripción	Carga instalada (alum)		Demanda		Consumo		Económico		Inversió	proyecto	Benef./cost
		kW	%	kW	%	kWh	%	\$	%			
1	0	7.68	#####	7	#####	2,213	#####	3,329	#####	#####	35	2
	1											
	0											

TOTALES		7.68	#####	7.42	#####	2,213	#####	3,329	#####	#####	0	RNA DE R
----------------	--	------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---	----------

Datos promedio de facturación tarifa OM (ago/96 a jul/97)

Capacidad instalada	kW	
Demanda	kW/mes	
Consumo	kWh/mes	
Facturación	\$/mes	bien

5.4 Consolidado de las medidas de ahorro de energía

El proyecto global de todas las medidas propuestas se presenta en el consolidado, la cual vincula los resultados de medidas económicamente rentables. Estos datos son. Los ahorros eléctricos y económicos, la inversión requerida y la vida del proyecto.

El método de evaluación económica es el mismo que se indico en el punto 5.2

6. Informe final

Todo trabajo establece la necesidad de presentar un reporte de las actividades realizadas por lo cual a continuación se desglosa el contenido del diagnóstico energético mediante un informe final con los datos recolectados y los resultados obtenidos del análisis.

6.1 Resumen ejecutivo

El documento está dirigido a los altos directivos que cuentan con poco tiempo para estudiar grandes volúmenes de información técnica que no es indispensable para la toma de decisiones, por lo cual esta debe presentarse en forma clara, sencilla y concreta, de no más de 10 cuartillas.

En él se presenta una breve introducción sobre la situación energética del inmueble mediante datos de facturación eléctrica, medición y censo de equipos de alumbrado, así como datos de personal y área construida, los cuales son utilizados para establecer el grado de eficiencia de la instalación a través de índices energéticos.

La parte medular del reporte es la correspondiente a los potenciales de ahorro detectados por concepto de energía eléctrica y económica, monto de inversión requerido y tiempo de recuperación de la misma. Esta información se presenta por medio de una tabla resumen que incluye todas las medidas técnicas y económicamente rentables.

Con el objeto de dar una idea general sobre las medidas a implementar se presenta brevemente la descripción de cada una de las propuestas en el apartado

de recomendaciones para el ahorro de energía, dividido en dos grupos. Medidas operativas y medidas tecnológicas.

Finalmente, en la sección de conclusiones, se presenta un consolidadote las medidas propuestas con los resultados obtenidos de las secciones antes mencionadas, la cual incluye un grafico con la curva de recuperación del proyecto y los beneficios ambientales derivados del ahorro de energía.

6.2 Reporte técnico

En este reporte se incluye como primera parte, los análisis realizados de la facturación eléctrica, medición y censo de equipos de alumbrado. Dentro del análisis de la facturación eléctrica también se integran dos gráficos del comportamiento de la energía en el edificio según los datos de los recibos eléctricos. Derivado del análisis de la medición eléctrica horaria en conjunto con el conteo del personal se obtiene una grafica de donde se establecen las medidas de ahorro por operación. Referente al análisis del censo, este es el más importante ya que derivado de este análisis se establecen los equipos de iluminación que son factibles a cambio; así como el potencial de ahorro existente.

Finalmente, se integran las tres tablas que contiene la descripción, datos derivados de la evaluación económica y datos sobre los ahorros de las medidas de ahorro de energía, en la primera se listan todas las medidas sin excepción.

En la segunda tabla se listan las medidas ordenadas de mayor a menor beneficio costo, con el fin de eliminar las que tengan un beneficio/costo menor a la unidad. En esta última tabla solo se listan las medidas que son economicamente rentables, es decir, con un valor de beneficio costo mayor a la unidad

7. Informe final

7.1 Resultados y reporte final del diagnostico energético aplicado a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan C-4

En este punto se presentan los resultados obtenidos del diagnostico energético, aplicado a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan

México, D. F. a 04 de Julio de 2005
DEyPR/041/05

C. DANIEL GUTIERREZ CUREÑO
FES- CUAUTITLAN CAMPO 4
CARRETERA CUAUTITLAN-TEOLOYUCAN
KM. 2.5;SAN SEBASTIAN XHALA
CUAUTITLAN IZCALLI, C. P. 54700

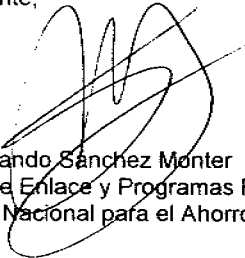
Hago referencia a la información del inmueble de la FES Cuautitlán campo 4, enviada a CONAE por Usted el día 14 de Junio de 2005, solicitando la realización del estudio de Iluminación.

Al respecto, me permito anexarle los resultados de dicho estudio.

Ahora bien, de acuerdo con el análisis, existe un potencial de ahorro de \$25,800.00 anuales, es decir, el 0.82% de la facturación eléctrica al sustituir los equipos convencionales de iluminación por equipos de mayor eficiencia, el costo de esta medida es de \$71,200.00 y tiene un tiempo de recuperación de 38 meses, siendo la vida útil de 132 meses.

Esperando que las medidas propuestas puedan ser implantadas en la FES Cuautitlán Campo 4, reciba saludos cordiales

Atentamente,



C.P. Fernando Sánchez Monter
Director de Enlace y Programas Regionales
Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.

Anexo

c.c.p.- Mtro. Rolando Rodríguez Barceló, Coordinador de Promoción y Programas Regionales.

Ing. José Pedro Guzmán Valenciano. - Director de Demanda Eléctrica

Ing. Eduardo Dueñas Álvarez, Subdirector de Seguimiento a Proyectos de Atención a Gobiernos Municipales

Archivo

FJSM/RMJO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGÍA
COORDINACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y DEMANDA ELÉCTRICA
DIRECCIÓN DE DEMANDA ELÉCTRICA

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO
EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

DEN IL – 05 / 135

FES- CUAUTITLAN CAMPO 4

CARRETERA CUAUTITLAN-TEOLOYUCAN KM. 2.5.
CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

JULIO DE 2005

Contenido

	Página
Introducción.	3
I. Resumen ejecutivo.	4
II. Diagnóstico energético.	5
1. Datos del inmueble.	5
2. Consumo energético actual.	5
3. Medidas de ahorro.	7
Anexos	
1. Consideraciones del estudio.	9
2. Conceptos de energía eléctrica.	10
3. Estimación de impactos ambientales.	13
4. Formato de análisis de la facturación.	14
5. Formato de análisis del censo.	15
6. Tabla resumen de medidas rentables.	16

Introducción

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que tiene por objeto fungir como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como, cuando así lo soliciten, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía y de aprovechamiento de energías renovables.

Bajo éste contexto la Conae ha desarrollado herramientas metodológicas que permiten identificar oportunidades de ahorro en diferentes sistemas y equipos a bajos costos de transacción para el usuario de la energía.

Conforme a la información que los particulares envían a esta Comisión, dentro del módulo de iluminación, la Conae emite recomendaciones para que éstas ahorren energía eléctrica a través de la sustitución de lámparas y balastos convencionales por sus equivalentes más eficientes, para cuya adquisición se requiere de una inversión que puede ser recuperada con los ahorros logrados por concepto del pago del servicio de energía eléctrica, derivados de la disminución del consumo.

De acuerdo con la dinámica del trabajo, se dispondrá de un estudio específico en el que se indicará el monto de inversión requerida y el ahorro en el pago del servicio eléctrico. No obstante, es importante señalar que este estudio presenta de modo indicativo el valor estimado de la inversión necesaria para el cambio de equipos. Es recomendable, por lo tanto, desarrollar un proyecto de ingeniería de detalle, ejecutado por un asesor experto, que permita definir un espectro más amplio de medidas que puede repercutir en un mayor ahorro de energía que el aquí estimado.

I. Resumen Ejecutivo

El presente estudio corresponde al inmueble de la FES- CUAUTITLAN CAMPO 4, ubicado en CARRETERA CUAUTITLAN-TEOLOYUCAN KM. 2.5. CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO, el cual es usado principalmente como EDUCACION. La superficie total construida de la instalación es de 59,316 m² y durante el año 2004 registro un consumo de energía eléctrica de 2,827,992 kWh, lo cual representa un índice de consumo energético de 47.67 kWh/m² – año.

En el análisis del censo del sistema del alumbrado interior se determinó que éste representa el 71% de la demanda máxima de la instalación, y que existe un potencial de ahorro de aproximadamente \$25,800 anuales (0.82% de la facturación eléctrica) al sustituir los equipos convencionales de iluminación por equipos de mayor eficiencia.

Se estima que la inversión requerida para la implantación de las medidas técnica y económicamente rentables es de aproximadamente \$71,200, la cual presenta un tiempo de recuperación de 38 meses, siendo la vida útil del proyecto de 132 meses, con una relación beneficio-costos de 2.65.

Por otro lado, existen en el mercado productos con tecnología de punta que no necesariamente son rentables, pero que generan mayores impactos energéticos y ambientales. Esta opción es recomendable cuando la sustitución se debe a la falla del equipo actual (mantenimiento), dado que la rentabilidad de la medida aumentará por haberse cumplido la vida útil del equipo a sustituir.

Finalmente, es importante señalar que en el Anexo 1 "Consideraciones del estudio", se indican los principales factores y suposiciones tecnológicos y económicos que se emplearon para la elaboración de esta propuesta; así como la explicación de algunos conceptos técnicos utilizados; además, se proporcionan algunas recomendaciones para llevar a cabo adecuadamente la implantación del proyecto.

II. Diagnóstico energético

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de la información proporcionada por la FES- CUAUTITLAN CAMPO 4 así como de la evaluación de las alternativas de ahorro de energía que existen en el sistema de iluminación.

1. Datos del inmueble

El estudio fue realizado al inmueble de la FES- CUAUTITLAN CAMPO 4, ubicado en CARRETERA CUAUTITLAN-TEOLOYUCAN KM. 2.5. CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO, el cual es usado principalmente como EDUCACION, con una ocupación estimada de 8,000 personas y un horario laboral de 6:30 A 22.0 horas. La instalación cuenta con una superficie total construida de 59,316 m².

2. Consumo energético actual

El análisis energético se realiza en dos niveles: a) Total del inmueble y b) Sistema de iluminación, teniendo como base los datos promedio de la facturación eléctrica durante: Enero-04 a Diciembre-04 y el censo de equipos de iluminación realizado durante el año 2005, respectivamente (véase Tabla A).

Tabla A. Datos eléctricos de facturación y estimados del inmueble

Uso	Tarifa	Demanda máxima ^A (kW)	Consumo mensual (kWh)	Factor de potencia (%)	Factor de carga (%)	Facturación mensual (\$)
Total	HM	603	235,666	97.66	52.90	\$262,751
Iluminación ^A		429	106,424	----	33.96	----

^A Datos correspondientes únicamente a la iluminación interior y estimados a partir de los datos del censo de equipos

a) *Total del inmueble*

Con base a los consumos registrados en la facturación eléctrica anual, se determinó que el índice de consumo energético de la instalación fue de 47.67 kWh/m² – año, el cual se encuentra por debajo del índice máximo de consumo energético de 100 kWh/m² – año, establecido por Conae en el 2002 para oficinas públicas de la Administración Pública Federal con aire acondicionado en la región CENTRO (véase Anexo 2), por lo que se recomienda mantenerlo por debajo del límite establecido.

Por otro lado, el censo de iluminación registra una demanda máxima de 429 kW, equivalente al 71% de la demanda máxima facturada, asimismo la instalación cuenta con una carga instalada de 100 KW. La demanda restante corresponde a otras cargas como aire acondicionado, fuerza y contactos.

b) *Sistema de iluminación*

La densidad de potencia instalada en iluminación es de 15.08 W/m²; tomando como referencia que la NOM-007-ENER-1995 para los sistemas de iluminación interior considera un valor de 14 W/m² para oficinas (aunque sólo se aplica en construcciones nuevas o en ampliaciones), por lo que el valor registrado está por debajo del límite indicado por la NOM.

Cuando en el inmueble se presenta una densidad de potencia en iluminación inferior a la establecida en la NOM, ello puede deberse a tres situaciones: 1) que existen algunas áreas con bajos niveles de iluminación; 2) que se cuenta con tecnologías eficientes, ó 3) que se presenta una combinación de ambas.

En el sistema de iluminación existen 8,139 equipos, donde el 94.02% corresponde a equipos fluorescentes, 5.82% a reflectores incandescentes y 0.14% se divide en otros tipos de lámparas y potencias (véase Anexo 5 "Formato de análisis del censo").

3. Medidas de ahorro

Con base en los análisis técnicos y económicos realizados, se proponen dos tipos de medidas para la sustitución de los equipos de iluminación poco eficientes: a) medidas económicamente rentables (proyecto de inversión), y b) medidas con tecnología de punta a través de un programa de mantenimiento o reposición por falla.

a) Medidas económicamente rentables, Proyecto de inversión

En esta alternativa se proponen aquellas modificaciones que ofrecen mayor rentabilidad económica. En el análisis de estas medidas se aplican conceptos de ingeniería económica, donde las tecnologías recomendadas (Tabla B) presentan un beneficio/costo mayor a 1 (uno) y una recuperación de la inversión total en un tiempo menor a la vida útil nominal del equipo.

Tabla B. Medidas económicamente rentables

MAE No.	Descripción del sistema			Beneficio económico		Inversión (\$)	TR (meses)
	Actual	Propuesto	Cant.	(\$/año)	(%)		
3	Incand. 100W, Bulbo A-19, Base E-26	CF tubo triple (Bal. Integ. E26) 23 W AR	314	\$21,400	0.68	\$55,800	36
4	Incand. 75W, Bulbo A-19, Base E-26	CF tipo corta, 12.19 cm, (Bal. Interc.) 13 W	65	\$2,500	0.08	\$5,800	32
5	Incand. 60W, Bulbo A-19, Base E-26	CF tipo corta, 12.19 cm, (Bal. Interc.) 13 W	53	\$1,100	0.03	\$4,800	65
6	Dicroica 50W, 38 , GU4/Wide Flood	CF reflector R40 (Bal. Integ. E27) 20 W AR	42	\$800	0.03	\$4,900	85
TOTALES			474	\$25,800	0.82	\$71,200	38

MAE = Medida de Ahorro de Energía; TR = Tiempo de recuperación a valor presente

En términos generales, el proyecto global propone la adquisición de 474 sistemas de alumbrado eficientes (para mayor detalle véase Anexo 6 "Tabla resumen de medidas rentables"), cuya implantación representaría una reducción energética estimada de 1 kW (0.25% de la demanda máxima facturada) y 2,300 kWh/mes (1.00% en el consumo de energía), equivalente a un ahorro económico de \$25,800 al año (0.82% de la facturación eléctrica).

Se estima que la inversión requerida para la aplicación de las medidas es de aproximadamente \$71,200 con un plazo de recuperación de 38 meses, siendo la vida útil del proyecto de 132 meses (beneficio/costo = 2.65).

b) Medidas con tecnología de punta, programa de mantenimiento o reposición

Por otro lado, existen en el mercado productos con tecnología de punta que no necesariamente son rentables, pero que generan mayores impactos energéticos y ambientales. Esta opción es recomendable cuando la sustitución se debe a la falla del equipo, dado que la rentabilidad de la medida aumentará por haber cumplido la vida útil del equipo a sustituir.

Tabla C. Medidas con tecnología de punta

MAE No.	Descripción del sistema			Beneficio económico		Inversión (\$)
	Actual	Propuesto	Cant.	(\$/año)	(%)	
1	Fl. ARbal. convencional 2x40 W	Fl. ARbal. electrónico premium, 2x32 W	6181	\$446,300	14.15	\$2,002,100
2	Fl. Al y bal. convencional 2x75 W	Fl. Al y bal. electrónico premium 2x59 W	1472	\$172,300	5.46	\$712,400

Cabe señalar que la propuesta de tecnología de punta contempla principalmente la instalación de balastos electrónicos (estándar o premium), los cuales suelen representar el 80% de la inversión total del sistema (lámpara-balastro).

Anexos

En esta sección se presenta información adicional que servirá de apoyo para la implantación de las medidas recomendadas en el sistema de iluminación, así como para un análisis más detallado de lo reportado en el Diagnóstico Energético.

1. Consideraciones del estudio

A continuación se indican los factores y suposiciones tecnológicas y económicas que se emplearon para la elaboración de esta propuesta, así como la explicación de algunos conceptos técnicos utilizados; además, se proporcionan algunas recomendaciones para llevar a cabo adecuadamente la implantación del proyecto.

a) Esquema del proyecto

La propuesta de sustitución del equipo actual de iluminación (lámpara-balastro) se establece considerando equipos con mayor eficacia (lumen/watt) que proporcionan el mismo flujo luminoso (lúmenes) pero con menor potencia (watt); por lo que se recomienda revisar si en las diferentes áreas de trabajo se cuenta con los niveles de iluminación adecuados, establecidos en la NOM-025-STPS-1999, la cual puede consultar en la siguiente dirección de Internet:

<http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1175>

b) Precios de los equipos

Los precios considerados se basan en la información disponible en la Conae en el momento de elaborar el estudio, mismos que pueden variar con el tiempo, la marca y el lugar donde se adquieran, pero sobretodo por la calidad del producto, por lo que esta Comisión ha elaborado (con el apoyo de un grupo de especialistas, fabricantes y consultores), una Guía de especificaciones técnicas para sistemas de iluminación que describe los elementos básicos para la adquisición de equipos y materiales de iluminación, la cual se puede consultar en la sección de Información y Documentos del Módulo de iluminación, en la siguiente dirección de Internet:

<http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=233>

c) *Las inversiones*

En la propuesta de inversión se incluyen los precios por equipo (lámpara y balastro) y su instalación; sin embargo, no se consideran los costos por conceptos tales como reparaciones o modificaciones de los luminarios y circuitos eléctricos, desinstalación y almacenamiento de equipos, etc., que en algunos casos puede llegar a representar hasta un 30% adicional a la inversión estimada, por lo que se recomienda tomarlo en cuenta.

d) *Tasa de rendimiento del proyecto*

A fin de evaluar la rentabilidad del proyecto a lo largo de su vida, en el análisis económico se ha considerado una Tasa de Rendimiento Mínima Atractiva (TREMA) del 8%, la cual representa la tasa promedio real correspondiente a los CETES (CETES menos inflación), sumando 3 puntos porcentuales para considerar el riesgo del proyecto.

2. Conceptos de Energía Eléctrica

a) *Índice Máximo de Consumo de Energía Eléctrica (IMCEE)*

Un parámetro para medir la eficiencia global de un inmueble es a través del consumo de energía por metro cuadrado. En este sentido, y con base a la experiencia de la Conae, se ha establecido un índice de consumo óptimo de energía (Tabla D) para oficinas públicas de la Administración Pública Federal (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de julio del 2002).

Tabla D. *Índices Máximos de Consumo de Energía Eléctrica (IMCEE)*

Región	IMCEE (kWh/m ² -año)	
	Inmuebles con aire acondicionado	Inmuebles sin aire acondicionado
Norte	160	60
Centro	100	60
Sur	190	60

Para estos efectos, las regiones se han clasificado de la siguiente manera (véase Figura 1):

Región Norte, que comprende los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

Región Centro, que comprende los estados de: Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

Región Sur, que comprende los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

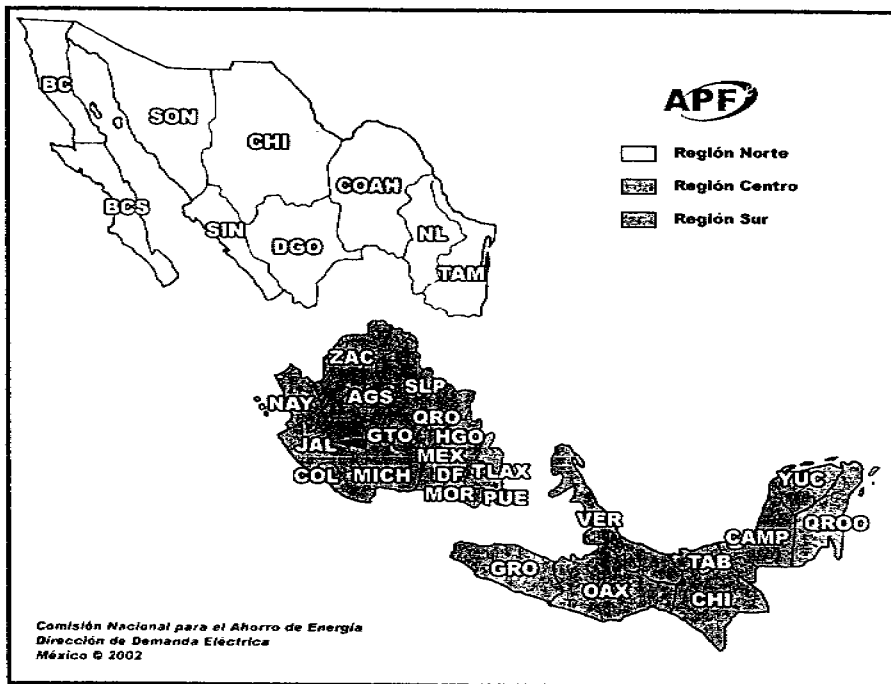


Figura 1. Clasificación de Estados de la República Mexicana por Región

b) Factor de carga

Es la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima, ó bien la razón entre el consumo eléctrico de un período y el producto de la demanda máxima medida por el número de horas del período de facturación.

$$FC = \frac{\text{Consumo de energía del período de facturación (KWh)}}{\text{Demanda máxima (KW)} \times \text{horas del período de facturación (h)}} \times 100 [\%]$$

Es utilizado como un indicador de la intensidad en que es consumida la energía eléctrica o del tiempo de operación de una instalación. Por ejemplo: un FC de 50% indicaría que la instalación opera el 50% del tiempo, es decir 12 horas al día.

c) Factor de disponibilidad

Es la relación porcentual entre la capacidad de generación disponible en las plantas de emergencia (kW) y la demanda máxima facturada (kW). Un Factor de disponibilidad de 100% indicaría que las plantas de emergencia podrían cubrir el 100% de la demanda de energía en caso de una interrupción de energía por parte de la suministradora.

d) Carga instalada en iluminación

La suma de la potencia nominal (watts) de todos los equipos de iluminación censados, considerando las pérdidas del balastro, cuando sea el caso.

e) Potencia demandada en iluminación

La suma de todas las cargas de iluminación que operen durante el periodo de demanda máxima de la instalación. En el caso de oficinas, el periodo de demanda máxima es durante el día. Las lámparas que solo operen durante la noche no se consideran en la suma de la Potencia demandada.

f) Proyectos con ingeniería de detalle

En el presente estudio se indica el monto de inversión requerida, el ahorro en el pago del servicio eléctrico y un listado detallado, por tipo de sistema, de las sustituciones sugeridas.

No obstante, es importante señalar que este estudio presenta, de modo indicativo, el valor estimado de la inversión necesaria para el cambio de equipos. Es recomendable, por lo tanto, desarrollar un proyecto de ingeniería de detalle, a través de un asesor experto, con el fin de integrar una gama más amplia de alternativas, tales como: seccionamiento de circuitos, verificación de niveles de iluminación en las áreas de trabajo, reflectores especulares, sensores de presencia, lámparas y balastos dimeables, etc., lo que permitirá un mayor ahorro de energía que el aquí estimado.

g) Asistencia técnica

La Conae, con el propósito de apoyar al interesado en el proceso de la implantación de las medidas recomendadas, ha preparado un conjunto de herramientas, documentos técnicos, directorios de empresas, así como la promoción de seminarios tecnológicos, por lo que se sugiere mantener contacto continuo con el sitio de la Conae en Internet

<http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=231>

1. Estimación de impactos ambientales

El beneficio ambiental es, junto con los ahorros energéticos y económicos, una razón complementaria que ayuda a justificar la realización del proyecto de ahorro de energía. Al aumentar la eficiencia energética de los sistemas de iluminación se reduce su consumo eléctrico y, por lo tanto, la generación de electricidad, disminuyendo consecuentemente la emisión de contaminantes atmosféricos en las plantas que utilizan combustibles fósiles.

En la Tabla D se presenta la cantidad de emisiones evitadas para tres de los principales contaminantes y la conservación de combustóleo, tomando como base la aplicación de la alternativa del inciso "a", sección II.3 "Medidas de ahorro". Para el cálculo de estos valores se considera la estructura actual de generación eléctrica nacional.

Tabla E. Potencial de impactos ambientales evitados

Concepto	Valores	Unidades
Conservación de combustóleo	5,400	Litros / año
Reducción de bióxido de carbono (CO ₂)	17,600	kg / año
Reducción de bióxido de azufre (SO ₂)	300	kg / año
Reducción de óxidos nítricos (NO _x)	100	kg / año
<i>Suma de contaminantes</i>	<i>18,000</i>	<i>kg / año</i>

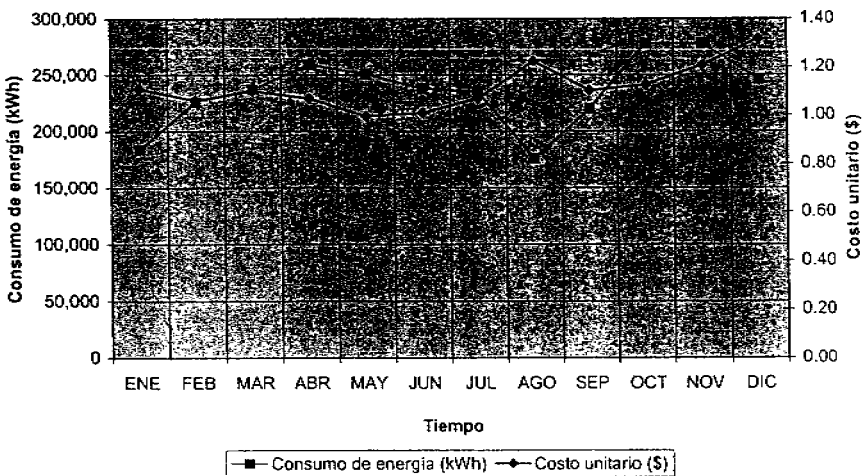
ANEXO 4.
ANÁLISIS DE LA FACTURACION ELÉCTRICA

II-043 135

DATOS ELÉCTRICOS			
Descripción	Valores	Unidades	Observaciones
Tarifa eléctrica	HM	---	HORARIA MEDIA TENSION
Región	C	---	CENTRO
Demanda máxima	603.00	kW	promedio mensual
Consumo mensual	235,666	kWh/mes	promedio
Factor de potencia	97.66	%	promedio
Factor de carga	52.90	%	promedio
Facturación mensual	262,751	\$/mes	promedio
Costo Unitario	1.1156	\$/kWh	promedio mensual
Capacidad en transformadores	1,050	kVA	
Factor de carga instalada	0.574	kW/kVA	
Capacidad en plantas de emergencia	50	kW	
Factor de disponibilidad	8.29	%	

RELACION DE INDICADORES DE FACTURACION			
Descripción	Valores	Unidades	
Densidad de potencia eléctrica por área	10.16	W/m ²	
Densidad de potencia eléctrica por persona	75	W/persona	
Densidad de energía eléctrica por área	47.67	kWh/m ² -año	
Densidad de energía eléctrica por persona	353	kWh/persona-año	

DEPENDENCIA DEL AGUAFRÍO CAMPE...
INMOBILIARIA...
PERIODO DE ANÁLISIS: ENERO 2006 - DICIEMBRE 2006



Gráfica de consumo eléctrico y costo unitario eléctrico vs tiempo

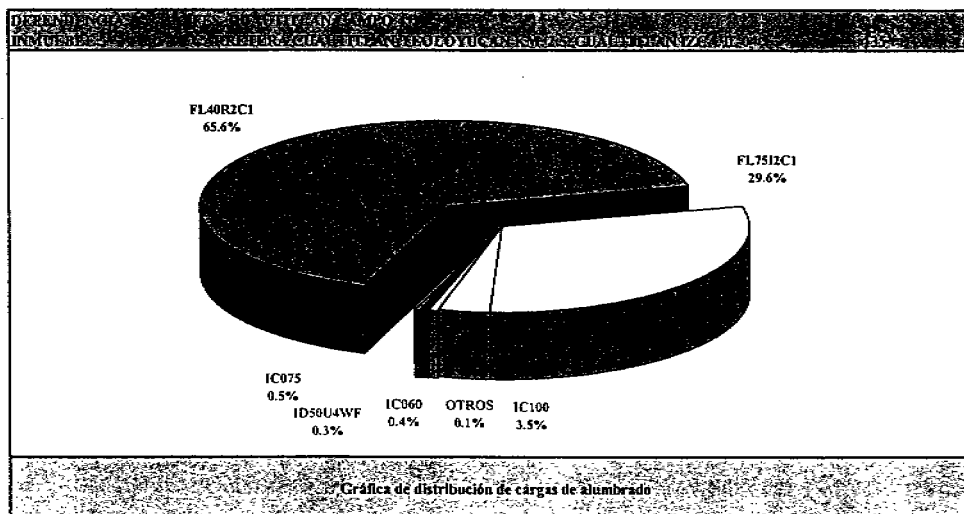
ANEXO 5.
ANÁLISIS DEL CENSO DE ALUMBRADO

DATOS ELÉCTRICOS			
Descripción	Valores	Unidades	Observaciones
Cantidad de equipos instalados	8,139	piezas	total existentes
Carga instalada	894.56	kW	estimada
Potencia demandada	429.26	kW	estimada
Consumo mensual	106,424	kWh/mes	estimada
Factor de carga	33.96	%	promedio

RELACION DE ÍNDICES ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO		
Descripción	Valores	Unidades
Densidad de potencia eléctrica por área	7.23	W/m ²
Densidad de potencia eléctrica por persona	53.7	W/persona
Densidad de energía eléctrica por área	21.53	kWh/m ² -año
Densidad de energía eléctrica por persona	159.6	kWh/persona-año
Densidad de carga instalada por área	15.08	W/m ²
DPEA (NOM-007-ENER-1995) Para: Escuelas	16.00	W/m ²

DPEA = Densidad de potencia eléctrica de alumbrado, usar valor sólo como referencia.

DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO CENSO						
		Nº	kVA	W/m ²	W/m ² (máx)	kWh/mes
FL40R2C1	Fl. ARbal. convencional 2x40 W	6,181	586.60	65.58	322.30	74,815
FL75I2C1	Fl. Al y bal. convencional 2x75 W	1,472	264.90	29.62	104.90	26,404
IC100	Incand. 100W, Bulbo A-19, Base E-26	314	31.40	3.52	2.00	2,595
IC075	Incand. 75W, Bulbo A-19, Base E-26	65	4.87	0.55	0.00	315
IC060	Incand. 60W, Bulbo A-19, Base E-26	53	3.18	0.36	0.00	144
ID50U4WF	Dioroca 50W, 38°, GU4/Wide Flood	42	2.31	0.26	0.00	99
OTROS	VARIOS	12	1.20	0.14	0.0	52
T O T A L		8,139	894	100	429	106,424



ANEXO 6.
TABLA RESUMEN DE MEDIDAS RENTABLES.

MAE	Descripción	Cant Equipos	Reducción en Carga instalada		Ahorros mensuales				Inversión \$	Vida del proyecto meses	Beneficio/ Costo	TIR anual %	Tiempo de recuperación meses		
			kW	%	Demanda kW	%	Consumo kWh	%						Económico \$	%
3	Suministro del sistema. Por el sistema propuesto: Incand. 100W; Bulbo A-19; Base E-26 CF tipo 100W (Bal. Incand. E26) 23 W/AR	314	23.49	2.63	1	0.25	1,940	0.82	1,786	0.68	55,766	121	2.66	35.36%	36
4	Suministro del sistema. Por el sistema propuesto: Incand. 75W; Bulbo A-19; Base E-26 CF tipo 75W (Bal. Incand. E26) 23 W/AR	65	3.77	0.42	0	0.00	244	0.10	208	0.08	5,831	155	3.44	40.40%	32
5	Suministro del sistema. Por el sistema propuesto: Incand. 60W; Bulbo A-19; Base E-26 CF tipo 60W (Bal. Incand. E26) 23 W/AR	53	2.28	0.25	0	0.00	104	0.04	91	0.03	4,754	220	2.20	15.30%	65
6	Suministro del sistema. Por el sistema propuesto: Difusor 40W; 18" CMH/Wide Flood CF reflector 40W (Bal. Incand. E26) 20 W/AR	42	1.39	0.15	0	0.00	60	0.03	69	0.03	4,872	233	1.67	5.90%	85
TOTALES		474	30.92	3.46	1.50	0.25	2,346	1.00	2,154	0.82	71,223	132	2.65	33.17	38

CONOC
MEDIDAS DE INVERSIÓN PARA EL AHORRO DE ENERGÍA
ECONOMICAMENTE RENTABLES

INMUEBLOS: C/ VIAL VALENTIN, 100, SAN VICENTE DE CAYAMA, PERU. CARGA INSTALADA: 100 kW. TASA DE INTERÉS: 8.00%.

8. CONCLUSIONES

Si bien el resultado obtenido por la Conae (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) a los datos obtenidos en el estudio realizado a las Instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán campo 4, nos indica que no es redituable en términos económicos actualmente la sustitución de luminarias existentes, no debemos pasar por alto que si sería redituable en términos de ahorro de combustible generador de electricidad, baja en los contaminantes producidos durante el proceso de generación de energía, y en la optimización de los recursos naturales. En suma en el cuidado del medio ambiente.

No debemos pasar por alto también que el resultado es indicativo de que si bien no es factible realizar este proyecto de manera global en toda la escuela, si sería adecuado realizarlo de manera particular en aquellas áreas que presentan un rango de consumo de energía por arriba de la media de toda la escuela: por ejemplo los edificios que comprenden las carreras de Contaduría y Administración, la carrera de Ingeniería mecánica y Eléctrica, y los edificios de gobierno y biblioteca, que en su conjunto representan casi el 65% del consumo total generado por el campus.

En términos globales se podría indicar que el consumo de energía en toda la escuela está dentro de la norma de eficiencia energética propuesta por la Conae, pero esto es hasta cierto punto un tanto subjetivo, ya que hay áreas que presentan un consumo elevado de energía con respecto a los lineamientos de la misma Conae, como los descritos anteriormente, y hay áreas que por la misma dinámica de sus actividades (ing. Agrícola, Veterinaria, las áreas de corrales, en fin todas las demás instalaciones dentro del campus), presentan un consumo muy por debajo de los lineamientos marcados por la Conae. Esto hace que se promedie el rango de consumo y toda la escuela quede dentro de estos parámetros

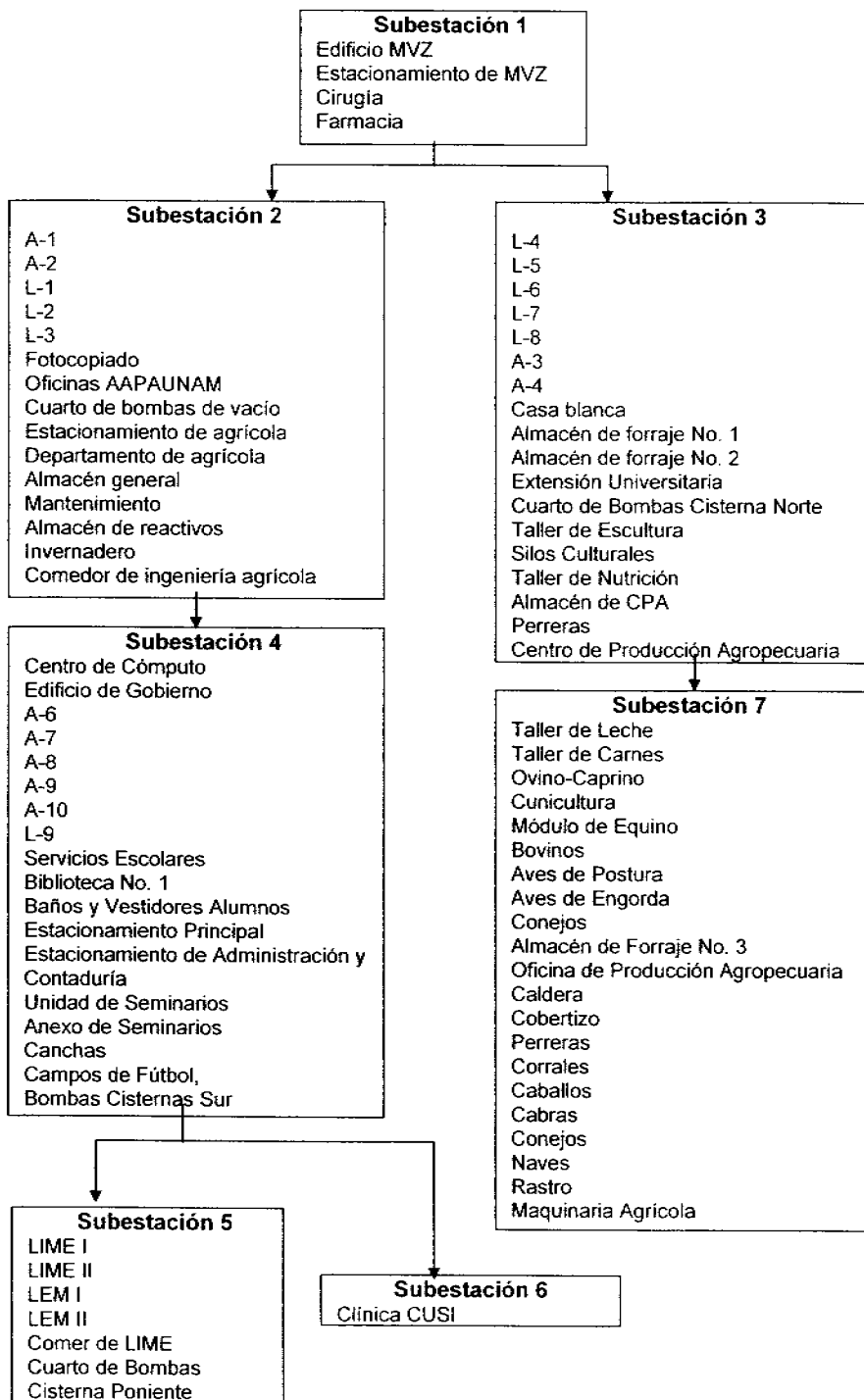
Es importante recalcar que esto es motivado a que todo el campus tiene una sola acometida en alta tensión (23,000 v.) Y que se va distribuyendo a cada una de las siete subestaciones existentes en un arreglo llamado en "anillo", lo que quiere decir que todas y cada una de las subestaciones tiene una alimentación a 23,000 volts y en cada una de ellas se realiza el cambio de voltaje a 220 v., por lo que solo es un recibo de cobro de energía el que se genera para todo el campus de parte de la compañía suministradora. Esto es mencionado para que se de una idea mas clara del por que de los resultados obtenidos por la Conae.

Sirva pues el presente trabajo para la realización posterior de estudios mas particularizados de cada una de las áreas que comprenden la Facultad, y de esta manera poder establecer con más claridad y por zonas las alternativas mas adecuadas para la optimización del uso de energía eléctrica en alumbrado.

También es necesario puntualizar que ningún programa de ahorro de energía y/o de sustitución de equipos actuales por equipos más eficientes, será posible sin el concurso serio y responsable de toda la comunidad de la Facultad. Es por demás decir que todos y cada uno de los esfuerzos que se realicen en este sentido serán nulos si no se crea la conciencia ecológica y de ahorro necesaria entre la comunidad para el buen termino de este o de cualquier proyecto de mejora en cualquier área.

Por ultimo me gustaría recalcar que los proyectos de ahorro y uso mas eficientes de energía no se deben de ver mas como una moda o algo parecido, si no como una necesidad impostergable para el cuidado del medio ambiente y de los mismos recursos naturales que la generan, ya que se esta llegando al limite de nuestro planeta para generar energía por medio de combustibles fósiles (petróleo y gas), y que mientras no haya alternativas de generación mas limpias y eficientes y técnicamente viables en gran escala (y aunque lo hubiera actualmente), no debemos de permitir el desperdicio innecesario de energía en ninguna de sus variantes, es por sentido común, es por nosotros mismos y es por nuestros hijos.

ANEXOS



BIBLIOGRAFIA

- I** **MANUAL DE ALUMBRADO**
WESTINGHOUSE
EDITORIAL DOSSAT, S.A.

- II** **MANUAL DE ALUMBRADO**
PHILIPS
EDITORIAL
PARANINFO, S.A.

- III** **MANUAL DE LUMINOTECNIA**
B.D. ALOY FLO
EDITORIAL LABOR, S.A.

- IV** **MANUAL DE LUMINOTECNIA**
OSRAM
EDITORIAL DOSSAT, S.A.

- V** **CALCULO Y MEDIDAS DE LUMINOTECNIA**
H.A., E. KEITZ
BIBLIOTECA TECNICA PHILLIPS
EDITORIAL PARANINFO, S.A.

- VI** **FUNDAMENTOS DE LAMPARAS E ILUMINACION**
WILLIARD ALPHIN
PUBLICADO POR SYLVANA INTERNACIONAL FOCOS, S.A.

- VII** **LUMINOTECNIA**
ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD
EDICIONES CEAC S.A.

- VIII** **CURSO BASICO DE ILUMINACION DE LA ILUMINATHING**
ENGINEERING OF NORTH AMERICA
PUBLICADO POR LA SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA DE
ILUMINACION, A.C.

- IX** **FISICA**
ROBERTH RESNICK Y DAVID HALLIDAY
PARTE II,
EDITADO POR CECSA

- X** **CATALOGO DE ILUMINACION**
HOLOPHANE, S.A. DE C.V.
EDITORIAL HOLOPHANE

- XI** **CATALOGO DE ILUMINACION**
ILUMINACION PARA LA INDUSTRIA S.A.