



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGON

"METODOLOGÍA DEL AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN VÍA INTERNET"

## TESIS

QUE PARA RECIBIR EL GRADO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
(MECÁNICO)

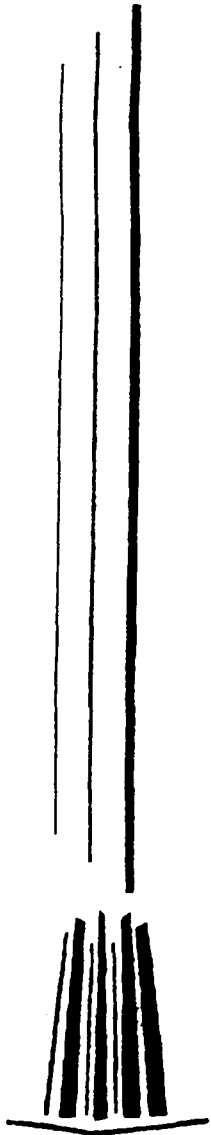
PRESENTA:

JAVIER ANGEL CHAGOYA MONTES DE OCA

ASESOR:

ING. DAVID FRANCO MARTÍNEZ

TESIS CON FALLA DE ORIGEN





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.

DEDICO ESTA TESIS Y  
AGRADEZCO A MIS PADRES  
JAVIER A. CHAGOYA RIVERA  
Y  
MA. DE LA LUZ MONTES DE CA  
POR SU APOYO, GUÍA Y  
COMPRENSIÓN QUE ME HAN  
BRINDADO DURANTE MI VIDA.

AGRADEZCO A MIS HERMANAS  
OLIVIA PENELOPE  
Y  
NORA BETZABÉ  
POR SU CARÍÑO Y COMPAÑÍA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CON APRECIO Y AGRADECIMIENTO  
A MI ABUELA JULIA PALIZADA TELLO  
POR SU CARIÑO Y CONSEJO,  
A MIS TÍAS  
ALEJANDRA MONTES DE OCA  
Y  
VIRGINIA MONTES DE OCA  
POR SU CARIÑO Y BUEN EJEMPLO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CON ESPECIAL CARIÑO A  
LUIS RAMÍREZ,  
MANUELA MONTES DE OCA  
Y A MIS PRIMOS  
POR SU APOYO Y APRECIO  
QUE ME HAN DADO.

CON MUCHO AFECTO A  
ANGEL MONTES DE OCA  
Y  
MARGARITA COLORADO  
POR SU CARIÑO Y  
CONFIANZA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

UN ESPECIAL AGRADECIMIENTO  
AL ING. DAVID FRANCO  
POR SU EJEMPLO, APOYO  
Y AMISTAD, LO QUE ME HA  
AYUDADO A CUMPLIR CON MÍ  
OBJETIVOS COMO ESTUDIANTE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# INDICE

	Pag.
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. – Antecedentes.....	3
1.2. - Ahorro de energía.....	5
1.2.1. – Conservación.....	5
1.2.2. – Administración energética.....	6
1.2.3. – Diagnóstico energético.....	7
1.2.4. – La energía y la economía.....	7
1.2.5. – Factibilidad económica de un programa de ahorro de energía.....	8
1.2.6. – Rendimiento de los equipos.....	9
1.3. – Logros alcanzados en ahorro de energía en México.....	9
2.- CONCEPTOS DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	11
2.1. – Definición y requisitos.....	13
2.2. – Plan para la administración de la energía.....	15
2.2.1. – Principios generales y factores.....	15
2.2.2. – Asignación de recursos.....	18
2.3. – Reconocimiento de la instalación y sistema de iluminación.....	19
2.3.1. – Empleo de la iluminación por parte del personal.....	19
2.4. – Análisis de los consumos energéticos.....	20
2.5. – Diagnóstico energético.....	20
2.5.1. – Proposición de proyectos.....	22
2.5.2. – Evaluación técnico – económica y selección de proyectos.....	24
2.6. – Implantación del proyecto.....	25
2.6.1. – Planeación de actividades.....	26
3. – DESARROLLO DEL PROGRAMA DE TRABAJO DEL PUERTO DE ATENCIÓN CONAE.....	28
3.1. – Desarrollo del puerto CONAE en el Centro Tecnológico Aragón.....	31
3.1.1. – Operación y capacitación.....	32
3.1.2. – Recursos.....	33
3.1.3. – Procedimiento de operación.....	35
3.1.4. – Sistema de trabajo.....	35
3.2. – Plan de trabajo.....	36
3.2.1. – Evaluación (medidas de ahorro de energía).....	36
3.2.2. – Evaluación técnica.....	36
3.2.3. – Resultados de la Evaluación técnica y económica.....	36
3.2.4. – Reporte del diagnóstico.....	37
3.2.5. – Infraestructura.....	37

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

4. – AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN.....	39
4.1. – Empleo de alumbrado.....	41
4.2. – Planeación de acciones para la operación y control de la iluminación.....	42
4.2.1. – Acciones de primer nivel.....	42
4.2.2. – Acciones de segundo nivel.....	43
4.2.3. – Acciones de tercer nivel.....	44
4.3. – Equipos de iluminación.....	45
4.3.1. – Lámparas incandescentes.....	45
4.3.2. – Lámparas fluorescentes.....	46
4.3.3. – Lámparas de ahorro energético (lámparas compactas fluorescentes).....	47
4.3.4. – Lámparas de halógeno.....	49
4.3.5. – Lámparas de vapor de sodio a alta y baja presión.....	50
4.4. – Eficacia en los tipos de lámparas.....	51
4.5. – Balastos electromagnéticos y electrónicos.....	52
4.6. – Sistemas de control de la iluminación.....	52
4.6.1. – Sensores de presencia.....	52
4.6.2. – Sensores de luz.....	53
4.6.3. – Temporizador o Timer.....	53
4.6.4. – Controladores de niveles de iluminación Dimer.....	53
4.6.5. – Sustitución de equipo por grupo.....	54
5. – METODOLOGÍA DE AHORRO EN ILUMINACIÓN.....	55
5.1. – Plan de actividades.....	57
5.2. – Equipo y mediciones.....	58
5.2.1. – Luxómetro.....	58
5.2.2. – Analizador de redes eléctricas.....	59
5.3. – Recopilación de información.....	60
5.3.1. – Reconocimiento de áreas.....	60
5.3.2. – Horario de uso de la luz eléctrica.....	62
5.3.3. – Medición de los niveles de iluminación.....	63
5.3.4. – Mantenimiento.....	63
5.4. – Análisis de la información.....	64
5.4.1. – Facturación.....	64
5.4.2. – Análisis del equipo de alumbrado.....	64
5.4.3. – Concentrado de la información.....	65
5.4.4. – Diagnóstico y conclusiones.....	66
6. – APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	67
6.1. – Procedimiento.....	68
6.1.1. – Equipo y recorridos.....	68
6.1.1.1. – Reconocimiento de áreas (recorrido 1).....	69
6.1.1.2. – Determinación del uso horario (recorrido 2).....	70

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



6.1.1.3. – Niveles de iluminación.....	71
6.1.1.4. – Mantenimiento.....	73
6.1.1.5. – Facturación.....	73
<b>7. – ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>74</b>
7.1. – Análisis del censo de alumbrado.....	75
7.2. – Análisis de la facturación.....	77
7.3. – Densidad de potencia.....	79
7.4. – Propuestas del proyecto para el ahorro de energía.....	80
7.4.1. – Sugerencias.....	80
7.4.2. – Tareas de corrección.....	81
7.4.3. – Análisis del consumo de energía de Base, Intermedia y de Punta.....	81
7.4.4. – Análisis de la demanda facturable.....	84
7.4.5. – Bonificación por el alto factor de potencia.....	85
7.5. - Análisis económico.....	86
7.6. – Resumen de resultados.....	87
7.6.1. – Reporte del inmueble e índices energéticos.....	87
7.6.2. – Reporte de ahorro de energía.....	89
<b>8. – CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>9. – BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>94</b>
<b>10. – ANEXOS.....</b>	<b>96</b>
<b>I.- ANEXO "A".....</b>	<b>97</b>
I.I.- Formato de datos básicos "D B ".....	98
I.I.I.- Formato de datos básicos. Concentrado de información.....	99
I.II.- Formato de equipo de iluminación "EI".....	100
I.II.I.- Formato de equipo de iluminación. Concentrado de datos.....	101
<b>II.- ANEXO "B".....</b>	<b>104</b>
II.I.- Planos del sistema de iluminación del C.T.A.....	105
<b>III.- ANEXO "C".....</b>	<b>108</b>
III.I.- Memoria de calculo.....	109
<b>IIII.- ANEXO "D".....</b>	<b>125</b>
IIII.I.- Glosario de términos técnicos.....	126
IIII.II.- Tarifa H M, C.F.E.....	128
IIII.III.- Tabla de valores de iluminación.....	130
IIII.IV.- Tabla de valores de densidad de potencia eléctrica Normas Mexicanas.....	131

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## INDICE DE TABLAS

pag

### 1. - INTRODUCCIÓN

Tabla 1.3.1. Estadísticas de ahorro de energía eléctrica.....	10
---	----

### 4. - AHORRO DE ENERGIA EN ILUMINACION

Tabla 4.3.1.1. Lámparas incandescentes. Características de operación.....	46
Tabla 4.3.2.1. Lámparas fluorescentes. Características de operación.....	47
Tabla 4.3.3.1. Lámparas CFL. Características de operación.....	48
Tabla 4.3.3.2. Equivalencias.....	48
Tabla 4.3.4.1. Lámparas de halógeno Características de operación.....	43
Tabla 4.3.5.1. Lámparas de sodio a alta presión. Características de operación.....	50
Tabla 4.3.5.2. Lámparas de sodio a baja presión. Características de operación.....	51
Tabla 4.4.1. Comparación de la eficacia en los Distintos tipos de lámparas.....	51

### 6. - DIAGNOSTICO ENERGETICO

Tabla 6.1.1.1.1. Asignación de Claves de Identificación de Zonas.....	69
Tabla 6.1.1.1.2. Lista de Deficiencias.....	70
Tabla 6.1.1.3.1. Combinación de Variables para la Medición de la Iluminación.....	71
Tabla 6.1.1.3.2. Niveles de Iluminación en el C.T.A. ....	72

### 7. - ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Tabla 7.1.1. Relación de carga demandada por cada tipo de lámpara y el total.....	77
Tabla 7.1.2. Consumo de energía del C.T.A. ....	77
Tabla 7.2.1. Facturación eléctrica. Energía de Base, Intermedia y de Punta.....	77
Tabla 7.2.2. Facturación eléctrica. Demanda Facturable, de Base, Intermedia y de Punta.....	78
Tabla 7.2.3. Promedio mensual de los consumos y costos de la energía eléctrica.....	78
Tabla 7.4.2.1. Precios unitarios y costos del material eléctrico.....	81

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 7.4.3.1. Comparación entre el consumo de energía actual y el estimado.....	82
Tabla 7.4.3.2. Consumo de energía en los tres periodos de medición del Pasillo (PB).....	83
Tabla 7.4.3.3. Consumo total de energía en los periodos de Base, Intermedia y de Punta.....	83
Tabla 7.4.4.1. Potencia demandada por la iluminación por laboratorio.....	84
Tabla 7.4.5.1. Bonificación por alto Factor de Potencia.....	85
Tabla 7.6.1.1. Resumen de las características del inmueble.....	88
Tabla 7.6.1.2. Tipo de lámparas empleadas.....	88
Tabla 7.6.1.3. Resumen del consumo de energía y costos.....	89
Tabla 7.6.2.1. Resumen de ahorro de energía y de capital.....	90

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1

# INTRODUCCIÓN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los requerimientos que plantean los nuevos retos y objetivos de satisfacción de la demanda de energía y la economía cambiante de México, han sido factores determinantes en la creación de nuevas estrategias para cumplir y facilitar la tarea de abastecer de energía al país.

Bajo éste marco, el presente trabajo muestra un conjunto de conceptos y técnicas, al igual que el análisis de algunas de las metodologías en ahorro de energía con el objetivo de aplicar sistemas operativos y tecnológicos para la solución y corrección en el empleo de la energía eléctrica en los sistemas de iluminación interna en edificios. Así, éste trabajo puede ser una herramienta útil para aquellas personas que estén vinculadas con el tema.

Éste trabajo presenta en el primer capítulo una introducción de lo que significan los recursos energéticos en el desarrollo y economía de un país, a su vez hace referencia a la creación de conciencia en la sociedad para hacer un uso racional de la energía.

En el capítulo segundo se da una explicación de los conceptos y requerimientos para realizar un programa para la administración de la energía, dentro de una empresa o institución no importando el tipo de labor que se desarrolle en ellas.

En el capítulo tercero se hace una comparación de la metodología empleada por la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE) y del trabajo que se desarrolla dentro del Centro Tecnológico Aragón en su Laboratorio de Diagnóstico Energético. Por último, se marca la importancia de establecer un Puerto de Atención CONAE (PAC) dentro del plantel.

EL capítulo cuarto presenta diferentes técnicas operativas para un uso eficiente de la energía eléctrica que se emplea en la iluminación. También presenta las características de operación de los diferentes tipos de lámparas y equipos empleados en el control de los sistemas de iluminación.

Continuando con la secuencia en el quinto, sexto y séptimo capítulos se presenta la metodología propuesta para la elaboración de un diagnóstico energético empleado dentro del Centro Tecnológico Aragón, así como el resultado obtenido por éste método.

En el capítulo ocho se presentan las conclusiones sobre los resultados obtenidos en el diagnóstico del Centro Tecnológico. Por último, en los capítulos nueve y diez se presentan la bibliografía consultada para la elaboración de este trabajo y se muestran los formatos, planos e información técnica empleados en el proyecto de tesis.

### **1.1. – ANTECEDENTES.**

Desde la prehistoria el hombre se ha visto en la necesidad de descubrir y aprender a utilizar las diversas fuentes de energía para poder sobrevivir. Hoy en día, el grado de avance tecnológico permite el aprovechamiento más eficiente de la energía, aunado a una concientización global sobre los requerimientos que tendrán las futuras generaciones.

El Sector Energético ha sido pilar del desarrollo económico de nuestro país. Su expansión ha permitido generar una oferta sólida de energéticos, misma que debe ser lo suficientemente elástica para hacer frente a la creciente demanda nacional. El sector se ha consolidado como un importante generador de divisas y de apoyo fundamental de las finanzas públicas de la nación.

En el ámbito nacional e internacional el ahorro, conservación, uso eficiente o uso racional de la energía es un tema relativamente reciente. Desde la primera crisis petrolera se han hecho importantes descubrimientos tecnológicos en materia del uso de la energía que impulsa significativamente su menor consumo, pero los equipos que hacen un uso eficiente de la energía son relativamente escasos. Es decir, aunque se tiene una mayor preocupación por conservar la energía y se ha

avanzado en los métodos para utilizarla, aun esto no es suficiente para lograr una disminución en el consumo energético en forma global.

En la actualidad estamos viviendo problemas ambientales y se trata de encontrar la forma de reducir las emisiones de contaminantes, es de ahí que el uso eficiente de la energía tome nuevamente apoyo, ya que al hacer un uso más óptimo de los recursos energéticos se contribuye al mejoramiento ecológico y a la disminución del consumo de los recursos energéticos en nuestro país.

La preocupación por la alteración del medio ambiente, por la explotación irracional de los recursos energéticos naturales no renovables ha llevado a la sociedad a tomar conciencia y a tratar de implementar medidas que ayuden a la conservación de los ecosistemas y del medio ambiente en general. Es por esta razón, que se han tratado de implantar sistemas basados en nuevas tecnologías y métodos alternos para el uso y ahorro de la energía.

El éxito de los programas de ahorro de energía se ha debido básicamente y fundamentalmente a una combinación de factores: a) la toma de conciencia en cuanto a la capacidad de abasto de hidrocarburos y fuentes no renovables de energía; b) en el aspecto político, la fragilidad del mercado internacional de la energía.

Sin embargo, a pesar del avance de las naciones desarrolladas, sus experiencias en el ámbito industrial sólo son parcialmente aplicables a nuestro país, debido a las diferencias entre las estructuras industriales en ambos tipos de países. Como es conocido, el proceso de industrialización en nuestro país, en algunas ramas se inició desde finales del siglo antepasado, si bien es cierto que el ritmo de crecimiento en México ha sido muy acelerado desde 1950, también es real que muchas plantas industriales antiguas siguen funcionando, esto significa que se continúa trabajando con equipos que tienen una baja eficiencia energética.

Para poder crear más sistemas que permitan mantener un consumo bajo y conservar la energía, será necesario que los ingenieros y técnicos de las nuevas generaciones que se desempeñen en cualquier campo industrial deban de ser reflexivos y responsables del consumo y uso que se hace de la energía. Aunque ya se tenga una preocupación por consumir menos energía y por conservar las fuentes que la proporcionan, las tecnologías para explotar las fuentes de energía renovables (solar, eólica, etc.) no se emplean ampliamente debido a su alto costo operacional, ya que requieren de personal calificado para su operación y mantenimiento, lo que provoca que éstas tecnologías no se desarrollen o sean tomadas en cuenta en nuestro país.

Por otro lado, tenemos que en las últimas décadas los precios de los energéticos han venido siendo un factor influyente en las industrias y sus costos de operación. Como es de esperarse, la energía siempre tendrá una conexión directa con la economía y con los procesos de producción. Dichos motivos hacen que el tema de ahorro de la energía sea un rubro esencial que permita mantener las expectativas de abastecimiento en el futuro.

## **1.2. - AHORRO DE ENERGÍA.**

### **1.2.1. - Conservación.**

La conservación de las fuentes de suministro de energía depende de que tan eficientemente se haga uso de ellas. Habrá que crear conciencia entre los fabricantes de los equipos que hacen uso de la energía para su funcionamiento e incitarlos a desarrollar sistemas más eficientes, y a su vez, a aquellas personas que se dedican a diseñar los sistemas que distribuyen la energía y que emplean los equipos que la utilizan. Por otra parte, tenemos a las personas que hacen uso directo del equipo, en otras palabras el consumidor de energía.

Lo primero que se debe de deducir al emplear un equipo es cuanta energía consumirá y cuanto costará, como podemos ver la relación entre la energía y la



economía siempre estará implícita. En términos económicos, mientras más se tenga un equipo en funcionamiento más energía consumirá, por lo tanto, se invierte más dinero mientras más operen los equipos. Por lo anteriormente mencionado el usuario deberá también de ser susceptible a emplear la energía racionalmente.

### **1.2.2. - Administración energética.**

La administración energética es un procedimiento que se emplea para conocer el consumo y el uso de los recursos energéticos en las distintas áreas y procesos en los que se emplee, de aquí se podrá hacer una estimación de los consumos futuros que se tendrán y designar las medidas necesarias para controlar su uso. La información es la base para mantener un control sobre el consumo energético por lo que se deberán de conocer los siguientes puntos:

- ❖ Cantidad de energía que se esta consumiendo.
- ❖ Se deberá de tener conocimiento del costo unitario del energético.
- ❖ Se deberá de establecer una estimación del ahorro que se obtendrá sin inversión alguna.

Un programa para la gestión de la energía es una tarea que deberá de incluir a todo el personal de una empresa o institución. El desempeño que se tenga para ahorrar la energía no sólo deberá de provenir del personal capacitado o que tenga una vinculación directa con el programa, los esfuerzos que se hagan tendrán que ser de forma colectiva, en el que todo el personal podrá participar ya sea cooperando al no consumir energía irracionalmente, aportando ideas o con labores en equipo.

Como es de esperarse, al reducir los gastos por facturación energética se tendrá una mejora económica en la vida de la empresa o institución. La participación directa del personal se verá recompensada con un avance en el ambiente laboral.

### **1.2.3. - Diagnóstico energético.**

Un diagnóstico energético se basa en el análisis de toda la información recabada por la "Administración Energética", dicha información es la facturación energética histórica que por lo regular suele ser en un periodo de tiempo de por lo menos un año, este es el paso principal que tiene la finalidad de visualizar como y en donde se están utilizando los recursos energéticos de una empresa o institución.

Como podremos observar, la determinación del como y en donde se emplea la energía permitirá establecer las bases de un programa para el ahorro energético. Antes de desarrollar un sistema que permita controlar el uso de los recursos energéticos y poder obtener un ahorro, es necesario hacer un reconocimiento de la situación energética que se tiene en ese momento, tomando como referencia el consumo y la facturación, ya sea dentro de una oficina, escuela o industria.

Un diagnóstico energético no sólo comprende el análisis de la información proporcionada por la "Administración Energética", también incluye la observación y confirmación de toda la información obtenida. Otro aspecto es el censo de todos los sistemas y equipos consumidores de energía que operan dentro de las instalaciones. Para recopilar ésta información se programan y desarrollan las actividades de reconocimiento de una forma lógica para mantener un avance constante.

### **1.2.4. - La energía y la economía.**

Aunque queda claro que el ahorrar energía permitirá conservar por más tiempo los recursos energéticos no renovables, para el consumidor de este recurso ya sea doméstico, comercial o industrial el ahorro de energía significa una reducción de

gastos por concepto de facturación energética lo que conlleva a grandes beneficios en su economía.

Si se quiere establecer una estimación del ahorro en términos económicos que podrían lograrse, primero se deberá de establecer una estimación del ahorro en términos de energía. Para proyectar una estimación energética debe de establecerse la situación energética que se tenga en ese momento, esto es, antes de implantar un programa para el ahorro de energía, posteriormente se hará el cálculo de lo que se espera ahorrar con el programa ya implantado.

Como es lógico, al hacer una comparación del consumo energético actual y del que se tendrá después de que el programa haya sido establecido, se tendrá una idea del ahorro que se puede obtener al hacer una diferencia entre ambos consumos, posteriormente a esa diferencia se le deberá de aplicar el valor o costo de la energía. Para dicha operación, será necesario conocer las tarifas o costos de la energía, que se encuentren vigentes y determinar cual es la que se aplica a cada caso. Como resultado se obtendrá el ahorro en términos económicos que se desea. Hay que estar conscientes de que las tarifas en los energéticos cambian dependiendo de las políticas nacionales e internacionales, por lo que se deberá de estar al pendiente de los cambios subsecuentes y de las medidas que se tomen

#### **1.2.5. - Factibilidad económica de un programa de ahorro de energía.**

Por lo general la aplicación de un programa para ahorrar energía siempre implica una determinada inversión de capital por muy baja que sea, esta inversión puede ser por gastos de mano de obra, refacciones, materiales, etc. Para saber que tipo de medida es la más conveniente se deberá de realizar un estudio de factibilidad. Existen muchos métodos de análisis económico, pero cada entidad tendrá la capacidad de hacer su estudio como mejor le convenga de acuerdo a su capacidad, estado financiero y recursos económicos.

Se puede decir que para un estudio de factibilidad no hay un método único o regla que diga que proyecto es o no factible económicamente. Un método muy sencillo es el de "Tiempo de Retorno Simple", es decir: se toma el costo estimado del programa y se divide entre el ahorro anual que se espera tener, el resultado nos da una idea del rendimiento económico que tendrá el programa.

De ésta forma se podrá conocer de forma inmediata y fácil la rentabilidad de un programa para el ahorro de la energía que se desee implantar en cualquier empresa o institución.

#### **1.2.6. - Rendimiento de los equipos.**

Existen varios factores que hacen que el consumo de energía eléctrica por la iluminación sea ineficiente, por ejemplo, el empleo de una iluminación inadecuada dentro de las áreas de trabajo, que por lo general resulta ser más de lo que se requiere, otro factor que es común es la falta de mantenimiento de los equipos de iluminación, lo cual crea ineficiencia en su operación. En muchas ocasiones el ahorrar energía no sólo requiere del empleo de equipos más eficientes, sino que también se requiere de "buenos hábitos" por parte del personal que labore dentro de una empresa o institución que ayude al control del consumo energético.

#### **1.3. – LOGROS ALCANZADOS EN AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO.**

Actualmente existen organizaciones que se dedican a diseñar y llevar a cabo programas para el uso racional de la energía, una muestra de ello es la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), quienes se dedican a brindar servicios de forma gratuita a quienes estén interesados en adoptar un programa para disminuir su consumo energético.

Actualmente la CONAE lleva un registro de los logros en el ahorro de energía eléctrica por concepto de la iluminación en edificios, esto a lo largo de los años a partir de 1995 que comenzó con sus funciones. Además de algunas proyecciones

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

de los logros que se espera tener a futuro. Estos datos se presentan en la tabla 1.3.1.

Tabla 1.3.1. Estadísticas de Ahorro de energía eléctrica. CONAE (1)

<b>AHORRO DE ENERGÍA EN GW / h</b>										
1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
103.0	210.0	324.0	324.0	445.0	<b>567.0</b>	678.2	807.8	943.2	1084.2	1230.0

Parte del trabajo de la CONAE está respaldado por instituciones de educación superior, las cuales brindan apoyo a los programas que la CONAE proporciona a la comunidad interesada. Cabe señalar que aunque los datos anteriores son alentadores y que además existen otras entidades que se dedican a dar el apoyo para ahorrar energía, no se ha logrado dar un impacto significativo en la conciencia de los sectores consumidores de energía que fundamentalmente son el industrial y comercial además del sector doméstico.

Para lograr alcanzar éstos sectores se deberán de proponer nuevas estrategias para conseguir un mayor conocimiento y difusión de la cultura del ahorro de energía, esto implica el desarrollo de nuevas técnicas para el uso eficiente de la energía que no implique un empleo alto de recursos económicos, establecimiento de programas de educación que capaciten gente para desarrollar los métodos para hacer un empleo racional de los recursos energéticos.

## Referencias

(1) <http://www.conae.gob.mx>, Estudio: Costo – Beneficio. CONAE.

**2**

**CONCEPTOS DE DIAGNÓSTICO  
ENERGÉTICO**

La coordinación de un programa para el uso racional de la energía, opera bajo condiciones que varían continuamente lo cual requiere de una revisión constante del programa, así como de una valoración periódica de sus partes integrantes respecto a la contribución que cada una de ellas presta; aunque se tenga que modificar los planes cada cierto tiempo, normalmente la administración estará lista para prever los cambios que pudieran ser necesarios y proponer planes eventuales.

Por otro lado, con la incertidumbre de las condiciones del sector energético con que se enfrenta suele venir de variaciones circunstanciales que se sustraen al control directo por parte de una empresa o institución: nuevas disposiciones oficiales, cambios en las políticas energéticas, disminución o aumento de la demanda, incremento en los precios de la materia prima, etc. Sin embargo la Administración de la Energía se ve rodeada de elementos inciertos, tanto externos como internos. En cualquier momento puede surgir un problema técnico imprevisto que obligue a retrasar o cancelar o reorganizar la asignación de recursos no solo para el proyecto, sino para toda la coordinación.

En éste capítulo se describirán los conceptos que componen una metodología para administrar la energía. Aquí también se enfatizará la necesidad de que en una empresa se responsabilice a una persona o un conjunto de ellas para efectuar dicha tarea por medio de la formación de un comité coordinador para la formulación de un programa bien definido para el uso racional de la energía en una empresa o institución. Cabe resaltar que deberán planificarse, organizarse, dar seguimiento y controlar todas las actividades conducentes al uso racional de la energía, así como llevar un control propio de su consumo energético.

Al considerar la planificación y control de un programa del uso racional de la energía, se maneja una situación dinámica; antes de adoptar cualquier plan o tomar una decisión, hay que recurrir a la mayor información con la que se cuente en ese momento. Al ser un proceso dinámico y continuo, va surgiendo nueva información, parte de la cual quizá invalide las decisiones tomadas previamente.

Por eso, el sistema de planificación y control debe ser lo suficientemente flexible para poder adaptarse a las modificaciones que se produzcan, sin desintegrar el trabajo. Esto no significa que no puedan implantarse sistemas formales de control, sino que la dinámica del proceso exige un grado mayor de atención a ciertas actividades por parte del comité para la administración de la energía.

## **2.1. - DEFINICIÓN Y REQUISITOS.**

Se entiende por administración de energía todas las acciones que se realizan para conocer, planear, evaluar, organizar, supervisar o dirigir, integrar y controlar los consumos y usos de los energéticos. Es en consecuencia, el mecanismo para el manejo y control de todas las operaciones energéticas. Las actividades correspondientes a la administración de la energía son actividades en las que, de alguna forma, todo el personal debe de estar involucrado y eliminar las fronteras entre los distintos departamentos, ya que todos deberán ayudar al comité proporcionando la información que éste necesite, y posteriormente ayudar con las tareas de control de la energía.

Otro requisito muy importante que deberá de cumplirse es el de proporcionar una explicación de las cualidades técnicas del diagnóstico energético y de los alcances de las medidas operativas del programa, además de las características relacionadas con los equipos ahorradores de energía; tal actividad tendrá como propósito atraer la atención de todo el personal de la empresa o institución y contar con su apoyo total para el comité; de forma particular la gerencia de la empresa o la dirección de la institución deberá de asegurar que haya comunicación entre los distintos departamentos para que el programa de ahorro de energía funcione correctamente. Independientemente del tipo de giro de la empresa o institución, es necesario dejar claro los alcances que tiene una administración energética y los beneficios que se pueden obtener al implantar un programa de ahorro de energía.



El objetivo de un plan para el ahorro de energía es la reducción del consumo de éste recurso al igual que la reducción en la facturación por éste concepto, por lo tanto, para que una empresa o institución reconozcan la ventaja de aceptar un programa de éste tipo, la compra del energético deberá de representar una importante inversión de capital. Tal vez haya lugares en los que la inversión en la compra de la energía no sea elevada, pero aun así se puede desarrollar un programa para mantener un control en su consumo de energía.

Una vez que se tenga conciencia de la necesidad de implementar el proyecto, se deberá de conformar un comité con personal de confianza y comprometido con el programa, el cual deberá de:

- a) Analizar el consumo de energía eléctrica.
- b) Elaborar y dirigir un proyecto para su administración.
- c) Establecer un control de las acciones emprendidas y evaluarlas periódicamente.

Como el plan para desarrollar el diagnóstico energético puede ser una tarea nueva para el personal que labora dentro de la empresa, será necesario contar con un equipo asesor (en el caso particular de éste trabajo se colaboró con el Laboratorio de Diagnostico Energético, del Centro Tecnológico Aragón), la empresa o institución tendrá que evaluar y seleccionar al personal que formará dicho comité encargado de la administración de la energía. Éste grupo de personas acompañará al equipo asesor durante todo el trabajo y recorridos dentro de la empresa, por lo que es deseable que la gente que se seleccione tenga conocimientos de ingeniería o alguna rama afín y que esté familiarizada con todo el personal y las áreas de la empresa.

Por otro lado, en todos los casos, se deberá de evaluar la disponibilidad económica con el propósito de establecer su capacidad para solventar posibles inversiones requeridas por parte del comité.

## **2.2. - PLAN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA.**

### **2.2.1. - Principios generales y factores.**

La administración de la energía, es una tarea que se compone de una serie de operaciones las cuales llevan una secuencia lógica que permitirá tener un avance progresivo, dichas actividades se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Recopilación y análisis de información del consumo energético.
2. Elaboración de un programa para el uso racional de la energía.
3. Ejecución y control del consumo de energía.

Estas actividades describen de modo general el método para llevar a cabo una administración de la energía. Las actividades que se propongan no son necesariamente las únicas vías para desarrollar el proyecto, éste podrá ser modificado de acuerdo a las necesidades o ventajas que se puedan obtener con otras alternativas, además la administración de la energía no es tarea única del comité, sino que también abarca las funciones de toda la empresa o institución, por lo que cada departamento deberá de aportar la ayuda necesaria para un mejor desempeño del comité (3). No es recomendable establecer objetivos para lograr un máximo de beneficios en un solo proyecto, además de que el comité para el ahorro de energía se tendrá que preparar para un periodo de elaboración largo; al prever que una empresa es un sistema que evoluciona constantemente, es de esperarse que se tengan cambios dentro de su estructura; tomando en cuenta éste factor, será prudente plantear una estrategia que trate de ejercer un control sobre esos cambios.

Para poder realizar un trabajo de administración de la energía es necesario establecer las metas que se quieren alcanzar, así como hacer un recuento de los recursos económicos, estructurales y tecnológicos dentro de la empresa. Por tal motivo es recomendable establecer los siguientes puntos de partida:

- a) **Objetivo:** los objetivos se utilizan para señalar los propósitos específicos a corto, mediano y largo plazo de un proyecto. Se pueden distinguir los objetivos generales que son los fines del programa, de los objetivos específicos que son un conjunto de objetivos que contienen una definición clara de lo que se desea alcanzar. En éste sentido el objetivo define el punto final al que se debe llegar en un tiempo determinado.
  
- b) **Estrategia:** las estrategias son la forma en que cumpliremos los objetivos, es entonces considerada como la alternativa viable para alcanzar los objetivos. Las alternativas que se tengan deberán de dar una solución a las interrogantes que se tengan (3).
  
- c) **El entorno de la empresa:** las estrategias son la guía que se deberá seguir para cumplir con los objetivos, por lo que se deberán de contemplar previsiones dentro de un período de tiempo de planificación y que de alguna forma puedan alterar el desarrollo del plan. Se tendrán que tomar en cuenta los aspectos políticos, económicos, sociales y tecnológicos (3).
  
- d) **Capacidad de la empresa:** se deberá de hacer una evaluación de la empresa para determinar cuales son los puntos en los que podría tener problemas o algún rezago. Dentro de la evaluación deberán considerarse los siguientes factores:
  - I. Recursos: presupuesto, crecimiento del presupuesto, cantidad de personal, etc.

II. Conocimientos tecnológicos: tecnología que depende del giro de la empresa, variedad de especialidades (especialistas).

III. Personal: conocimientos tecnológicos, capacidad de iniciativa, creadora, etc.

En la práctica para establecer un objetivo realista es necesario considerar primero, posibles estrategias, previsiones y diagnósticos de capacidad. Un proceso para realizar un diagnóstico energético lo podemos representar gráficamente de acuerdo al diagrama de la figura 2.2.1.1.

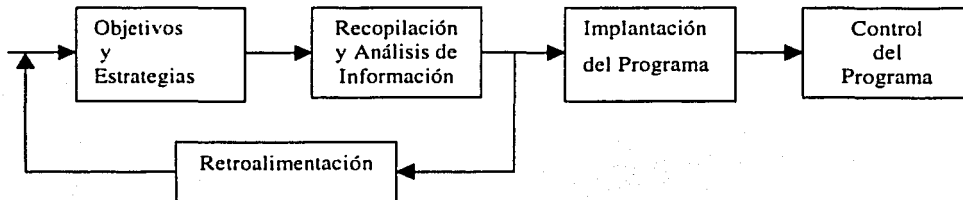


Figura 2.2.1.1 Diagrama de flujo de un programa para la administración de la energía.

Conforme avance el proceso de planificación se desarrollará un patrón pertinente de objetivos y estrategias que se conformarán con la información obtenida, pero aparentemente éstos pueden parecer obsoletos conforme se vaya actualizando la información, lo cual puede hacer que se modifiquen frecuentemente.

Por tanto, comparando las previsiones del entorno y los cambios que se pudieran presentar (que podría hacerse) con un diagnóstico de la capacidad de la empresa o institución y los recursos con los que cuenta (que puede hacerse) es posible efectuar una sugerencia de la estrategia a seguir (que debe hacerse). (5)

### 2.2.2. - Asignación de recursos.

El efecto más importante con relación a la selección de proyectos es la asignación de recursos. La asignación de recursos al seleccionar proyectos con potencial para proporcionar resultados prometedores no es esencialmente la más óptima, ya que en la práctica la asignación de recursos es limitada. Si se quiere maximizar de manera congruente la contribución global de los proyectos seleccionados, será necesario rechazar aquellos que consuman gran parte del presupuesto, aunque éstos sean prometedores. La forma más eficiente de realizar esta actividad es armar una lista de proyectos con objetivos a largo plazo, sin olvidar que el proceso para un uso racional de la energía es progresivo e iterativo y contribuirá con la empresa o institución desde el corto plazo a obtener beneficios.

Uno de los principales problemas será determinar el monto de cuanto se deberá invertir en un programa para el uso racional de la energía. Es común que los recursos económicos de una empresa sean limitados, por lo que es también común que se asigne presupuesto a los proyectos que sean más rentables a corto plazo y otros a largo plazo. Pudiera ser que la misma empresa sugiera no adquirir equipo nuevo y optimizar los recursos técnicos con los que cuenta.

El establecimiento del presupuesto para la administración energética se debe basar, en un principio, en los objetivos propios de la administración. En la realidad, pudiera estar basada en las variaciones a corto plazo que dependen esencialmente de la disponibilidad de fondos. Para afrontar el problema de asignación de recursos se proponen tomar como base los siguientes aspectos (3):

- a) El volumen de ventas;
- b) El monto de los beneficios;
- c) Los niveles de gastos anteriores y
- d) El costo de un programa acordado.

Por último, para que las actividades enfocadas a la formulación de objetivos y procedimientos tengan sentido, se deberá de hacer la toma de decisiones en todos los niveles de la empresa o institución, que se difundirá a través de la formulación de una política clave y de planes de acción.

### **2.3. - RECONOCIMIENTO DE LA INSTALACIÓN Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN.**

El realizar un recorrido dentro de las instalaciones de la empresa permitirá conocer las dimensiones de las instalaciones y tener una mejor orientación en ella. Otro objetivo importante es que se tratará de identificar el sistema de distribución de energía, la ubicación de las oficinas, talleres y demás zonas donde se emplee la iluminación. (2)

Al hacer el reconocimiento del establecimiento, también se tiene la oportunidad de obtener una visión general de las instalaciones y señalar todas aquellas fallas en los sistemas y las oportunidades de ahorro de energía. Es conveniente que se realice un segundo recorrido para tener la oportunidad de aclarar las dudas que se tengan en cuanto a los sistemas de iluminación.

#### **2.3.1. - Empleo de la iluminación por parte del personal.**

En muchas ocasiones el uso irracional de la energía no se puede atribuir únicamente al empleo de equipos ineficientes, de aquí es que surge la necesidad de evaluar las costumbres que se tienen al utilizar la iluminación. Éste factor es de suma importancia, ya que es común que el personal caiga en malas costumbres y haga un uso irracional de éste recurso lo que provoca un consumo innecesario del energético.

El comité para el ahorro de la energía deberá de hacer una encuesta de los horarios en que labora el personal y los periodos de tiempo que permanece la iluminación encendida. Otro factor que hay que estimar, es la frecuencia con la que se realizan las tareas de mantenimiento a la instalación eléctrica; éstas

actividades podrán ser realizadas dentro de los recorridos que se hagan por las instalaciones de la empresa o institución.

#### **2.4. - ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS.**

En ésta parte del programa para la planificación de la administración de la energía, el comité para el ahorro de energía se tendrá que reunir para revisar la información obtenida de acuerdo a la facturación eléctrica. Ésta tarea es uno de los primeros pasos. Al llevar a cabo un análisis de los consumos energéticos se reconoce que tanto la empresa o institución están invirtiendo en el consumo de energía y cual sería la ganancia al implantar un programa para el ahorro de energía.

El recorrido dentro de la empresa tiene como objetivo identificar, con la mayor precisión posible, el área o áreas de mayor consumo y realizar una estimación de costos, así se podrá también identificar un patrón de consumo en el tiempo. El análisis se realizará evaluando el consumo del energético tanto actual como histórico, mientras mayor sea la cantidad de información histórica mayor será la precisión del análisis; cabe señalar que la empresa o institución deberá de proporcionar la facturación eléctrica del año anterior, por lo menos a la fecha actual. Esta medida no toma mucho tiempo ni recursos, por lo que no causa efecto en la economía de la empresa o institución.

#### **2.5. - DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.**

Toda la información obtenida como son la facturación eléctrica, las dimensiones de las áreas de trabajo, los equipos de iluminación y lo horarios de trabajo, deberá de ser reunida y analizada para poder desarrollar y aplicar métodos y técnicas para el uso racional de la energía que mejor se acoplen a las necesidades. El diagnóstico energético es un estudio el cual nos permite visualizar como se está empleando la energía, y además, cuales son las zonas en las que se tiene un consumo irracional. Es aquí donde se debe de contar con la información tanto

histórica como actual, lo que ayudará a efectuar una prospectiva de consumos energéticos a corto, mediano y largo plazo. De ésta forma se podrá hacer una proyección de los beneficios que se tendrán al implantar una estrategia que ayude a disminuir el consumo de energía.

El diagnóstico energético permitirá tener una idea general de la cantidad de energía que se está consumiendo y como se aprovecha. Es aquí donde se evaluarán las medidas técnicas que mejor se adapten a la situación y que proporcionen la mayor viabilidad para su ejecución. La situación del consumo energético de una empresa o institución puede variar uno de otro, si se analizaran dos casos a la vez se verá que ninguno tiene semejanza con otro caso, en particular, puede que uno de ellos necesite únicamente hacer cambios en los hábitos de consumo, en cambio el otro tal vez requiera de un análisis más profundo y de medidas correctivas más profundas. Desde el punto de vista personal los diagnósticos se pueden dividir en tres niveles:

- a) En el primer nivel se recogen principalmente los resultados obtenidos en la fase inicial de un diagnóstico. Aquí es donde se identifican errores a simple vista, en el que se puede mencionar la falta de mantenimiento preventivo. En esta etapa se obtendrán, con cierta facilidad, un cúmulo de beneficios con sólo la aplicación de ajustes operacionales. La inversión requerida es mínima y depende del estado de conservación de los equipos.
- b) En el segundo nivel, se identifican, a través de la información obtenida por un diagnóstico de primer nivel, errores como fallas en los sistemas de distribución de energía que requieren de un análisis técnico más detallado, y con una baja o pequeña inversión para poder realizarse.
- c) La tercera etapa implica una revisión más minuciosa de todas las variables como son mantenimiento, condiciones de operación de las instalaciones, estado físico y eficiencia de operación de los equipos, esto puede requerir de cambios más profundos y consecuentemente requiere de mayor inversión.



La ejecución de un diagnóstico energético implica múltiples beneficios si se trata de llevar a cabo ésta tarea paso a paso, en el ámbito personal al participar en el desarrollo de un diagnóstico energético se van adquiriendo conocimientos y experiencia. Estos conocimientos se pueden poner en práctica después de cada paso al exponer las ideas que se tengan y que contengan las medidas técnicas para disminuir el consumo y los desperdicios de energía; conforme se vaya adquiriendo experiencia se podrá observar que puede existir más de una alternativa para cumplir con los objetivos y que sea factible su realización.

La ejecución de un diagnóstico energético podrá ser eficiente, si se realiza de forma progresiva y lógica, pues en cada fase se permitirá visualizar los beneficios energéticos y ayudará a implementar el programa en un tiempo muy reducido.

### **2.5.1. - Proposición de proyectos.**

Los diagnósticos energéticos permiten hacer una proyección de la cantidad que se consume de un energético en las operaciones de la empresa. Se pueden detectar aquellas áreas o sectores donde hay un consumo excesivo de energía o donde se usa de forma irracional. Es ésta etapa es donde se propondrán las medidas técnicas para corregir esas anomalías y proyectos que permitan dar un seguimiento de las medidas tomadas para hacer un mejor uso de la energía.

Los proyectos que se propongan deberán de establecer un objetivo bien definido que permita marcar una meta común que todos tengan que cumplir. También habrá que tomar en cuenta que para justificar la inversión de recursos en un proyecto éste deberá de ofrecer y cumplir con los objetivos de la forma más eficiente y sencilla, ofrecer beneficios que contribuyan a la competitividad de la empresa con el menor consumo de recursos. Estos objetivos deberán de lograrse teniendo siempre en cuenta que el objetivo principal de cada proyecto es disminuir el consumo de energía y mantener un control sobre su uso.

El comité para la administración de la energía junto con el equipo asesor tendrá la labor de crear los proyectos, concentrándose en la solución y corrección de los problemas detectados estableciendo lo mejor posible los objetivos que se pretendan alcanzar. Para continuar con un orden y un avance gradual en el sistema de trabajo de elaboración de proyectos, podemos establecer tres fases:

- 1) Definir y elaborar el proyecto.
- 2) Fundamentar la viabilidad del proyecto.
- 3) Ejecutar y dar seguimiento.

La proposición y la elaboración de un proyecto están estrechamente ligada con la creatividad que el comité tenga para exponer sus ideas, pero es de esperarse que muchas de éstas propuestas no tengan una base técnica bien fundamentada, por ésta razón el equipo asesor deberá de ir orientando al grupo acerca de las medidas operativas que se recomiendan para algún caso en específico (4); de ésta forma se tendrá una idea más clara de lo que se puede hacer y se podrá proceder a concebir el proyecto con más facilidad.

Como es de esperarse dos de los principales factores para justificar un proyecto es el económico y los beneficios que la empresa pueda obtener. Por éstos motivos es recomendable que la justificación sea lo más sencillo posible y que exhiba claramente las necesidades de la empresa o institución y la disponibilidad de recursos para su ejecución. Como cada empresa crea sus propios criterios para seleccionar sus proyectos, aquí mencionamos algunos de los más significativos:

- I. Gobierno de la empresa: aquí se toma en cuenta la forma en que un proyecto influiría en los demás objetivos y la compatibilidad con ellos.  
(2)
- II. Respecto a la administración energética: en éste caso se analiza que tan fácil se puede adaptar el proyecto tanto técnica como económicamente a la política de la empresa.

- III. Factibilidad económica de la empresa: análisis del costo total del proyecto, la disponibilidad de fondos y beneficios esperados en un tiempo predeterminado.
- IV. Competitividad: estudio sobre el impacto en la productividad, empleo de equipo nuevo y la disponibilidad de personal capacitado.
- V. Entorno: en éste rubro se analiza la facilidad que tendría el proyecto a adaptarse a las leyes actuales y a las disposiciones ambientales. (3)

La ejecución es la parte donde se pasa de la planeación del proyecto a la implantación de las actividades que lo conforman. El comité para la administración de la energía tendrá la responsabilidad de desarrollar y ejecutar el proyecto, además de tratar que éste tenga un desempeño apropiado y que cumpla con todas las expectativas deseadas.

#### **2.5.2. - Evaluación técnico- económica y selección de proyectos.**

La selección de proyectos se basa en la comparación de las alternativas propuestas así como del análisis de las cualidades técnicas y económicas que cada proyecto ofrece en su ejecución. Al igual que la justificación la selección de un proyecto se rige por un grupo de factores predeterminados.

El método de evaluación de un proyecto ayudará a visualizar cual o cuales de todas las alternativas ofrecen los mejores rendimientos para la empresa y poder hacer una toma de decisiones coherente. Es obvio que los principales factores para elegir un proyecto son el costo y las ventajas económicas que se obtengan de él. Dentro de un programa para el uso racional de la energía se recomienda hacer una evaluación técnica y económica de todos y cada uno de los proyectos propuestos, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos y los beneficios económicos que se obtengan.

Cuando se evalúan las alternativas para un programa de ahorro de energía el tipo de análisis que la empresa efectúe es propio de ella misma, pero es conveniente

que se establezca un método analítico que permita visualizar fácilmente las opciones de inversión más rentables. Dado que la información procedente de un análisis resulta importante en la toma de decisiones, ésta actividad deberá de realizarse sin excepción del tipo de giro de la empresa.

En el análisis de inversión sólo se deberá de tomar en cuenta el costo estimado del programa para el ahorro de energía. Esto tiene como objetivo evaluar estrictamente sólo el costo - beneficio que aportaría un sistema o medida para el uso racional de la energía y no el conjunto de acciones para el mejoramiento de la planta. Cabe resaltar que el beneficio económico o "el ingreso" que se espera obtener con la implantación de cualquiera de las alternativas es la reducción en la facturación eléctrica por concepto de la iluminación y que los resultados se pueden esperar desde el corto plazo.

Puede esperarse que más de una opción cumpla con todos los requisitos que se piden para su aceptación. Dicho caso podría ser beneficioso, ya que se pueden conjuntar los proyectos y analizar los beneficios que se obtendrían del conjunto de ellos.

El constante incremento en el costo de los energéticos es uno de los factores que hace considerar seriamente adoptar un programa que ayude a reducir el consumo energético, pero es de esperarse que el beneficio económico es el criterio fundamental para aprobar un proyecto de éste tipo.

## **2.6. - IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.**

Una vez que se haya aprobado el programa para el ahorro de energía, se deberá de proceder a planear todas las actividades para evitar interrumpir algún programa de producción u operación determinados. Todas las actividades pueden ser anotadas en una agenda de trabajo, en caso de que deba de haber una suspensión de una operación, ésta tendrá que ser previamente programada. De acuerdo con el proyecto implantado, todas las actividades que éste proponga

tendrán que ser analizadas con el fin de prever que no interfieran o entorpezcan las operaciones que se realicen dentro de la empresa o institución. Es recomendable establecer un periodo de prueba el cual permita visualizar aquellos inconvenientes o hacer notar errores que no se hayan podido prever, además, se podrá hacer una comparación entre los resultados que la prueba arroje y los que se tienen previstos.

### **2.6.1. - Planeación de actividades.**

En esta etapa se deberán de preparar todas las actividades para el programa de ahorro de energía. Aunque todas las actividades deberán ser realizadas según la agenda de trabajo que se tenga programada habrá tareas que puedan ser llevadas a cabo simultáneamente a las demás, tal vez habrá trabajos que se puedan programar para ejecutarse en grupo.

Para verificar que el proyecto cumpla con los objetivos propuestos, será necesario llevar un control estricto de cada una de las operaciones que ayuden a cumplir con los objetivos, el comité para el ahorro de energía deberá de darle un seguimiento estricto, para darle efecto a este paso, el comité tendrá que hacer una evaluación en cada una de las etapas del proyecto. Esta tarea será de importancia para que se pueda mantener un avance progresivo del proyecto. La evaluación de las actividades permitirá reconocer las áreas en las que el programa tenga alguna deficiencia y de esa forma hacer las modificaciones necesarias para su corrección. Una vez que el proyecto esté totalmente instalado el comité para el ahorro de energía deberá de supervisar periódicamente el programa, por lo que deberá de programar su agenda de acuerdo a la de la empresa o institución, es recomendable que ésta tarea se lleve a cabo junto con las tareas de mantenimiento, esto permitirá mantener una capacitación constante de todo el personal, al mismo tiempo se podrán recopilar los datos que surgen mientras el proyecto está en función. En cuanto a la incorporación de programas de apoyo dependerá de la dificultad de las actividades programadas. Para facilitar la tarea del comité, éste podrá formar un grupo que le apoye a elaborar algunas tareas.

## **Referencias**

- (2) Dispositivos y Sistemas para el Ahorro de Energía. Pere Esquerra Pizá. Marcombo, productica. España. 1988.
- (3) Manual para la Administración y Captura de Información Energética. ATPAE. México, D.F., 1994.
- (4) Manual para el Control de Energía en Iluminación. CONAE. México, D.F., 1999.
- (5) Manual del Técnico de Control de Calidad. Gary k. Griffith. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México, 1997.

**3**

**DESARROLLO DEL PROGRAMA DE  
TRABAJO DEL PUERTO DE ATENCIÓN  
CONAE**

El desarrollo de programas para el ahorro de energía es una tarea que está coordinada por las autoridades gubernamentales, quienes se dedican a implantar normas y proyectos dentro de sus instalaciones, pero además se encargan de apoyar a aquellos sectores de la sociedad que estén interesados en el tema, por otra parte éste trabajo está apoyado por instituciones de educación superior, que se dedican a estudiar y mejorar los métodos existentes y fomentan un intercambio de información con las instituciones de gobierno u organismos independientes.

Una forma directa de mantener la relación entre instituciones es promoviendo una participación directa entre ellas. Actualmente instituciones como la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) mantienen programas en los cuales la participación de universidades es parte esencial para proporcionar asesorías a las empresas que soliciten ayuda en éste campo, además ayudan a difundir y mantener la tarea de crear conciencia sobre el uso racional de los recursos energéticos del país.

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) es una institución, que se dedica a desarrollar y proporcionar ayuda técnica en materia de uso racional de la energía, su función principal es la de instruir programas de ahorro de energía dentro de los edificios de las dependencias gubernamentales en estados y municipios, simultáneamente presta asesoría a empresas e instituciones de la iniciativa privada. La CONAE fue creada por Acuerdo Presidencial del 28 de septiembre de 1989 (4), y representa una oportunidad para promover acciones y crear una conciencia responsable en todos los sectores de la sociedad.

A través del Puerto de Atención CONAE (PAC) se pueden crear vínculos Empresa - Universidad, en el cual se fomentará la ayuda mutua, por el lado de la empresa proporcionará recursos económicos y la facilidad de acceso al estudio de sus procesos industriales y por el lado de la Universidad dando asesoría técnica y capacitación sobre temas de uso eficiente de la energía.



De acuerdo con estudios realizados por la CONAE, se observa que en edificios no residenciales, el consumo de energía eléctrica por concepto de alumbrado interior suele representar entre el 60 y 90% del total consumido en un inmueble, sin contar con equipo de aire acondicionado. Al ser un porcentaje alto de consumo de energía, la iluminación se considera una de las principales áreas de oportunidad para implementar medidas de ahorro de energía.

El avance en las telecomunicaciones y el desarrollo de la INTERNET ha permitido que la CONAE pueda prestar su servicio a través de su página web, por donde puede establecer contacto con usuarios y proporcionar asesoría, pero dado que muchas instituciones y empresas no cuentan con acceso a la red, la CONAE ha implantado un programa de apoyo que consiste en establecer una red de Puertos de Atención CONAE (PAC). Éste programa está apoyado por instituciones de nivel superior en diferentes estados de la República, cada institución se encarga de atender y de asesorar a las empresas que busquen sus servicios. Esta medida permite ampliar la difusión de la cultura de ahorro de energía en diversos sectores de la población.

El Puerto de Atención CONAE (PAC) es un elemento para la asistencia técnica de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) que permite el acceso, por medio de la intervención de un tercero, que en este caso se trata de escuelas de educación superior, a la asistencia técnica de la Comisión a quienes no cuentan con acceso a Internet. Los Puertos de Atención son solicitados por las instituciones de educación superior que están interesadas en atender a usuarios que tienen interés en informarse sobre alternativas de ahorro de la misma y la manera en la que se puede determinar un potencial de los beneficios de estos programas. (4)

Los Puertos de Atención CONAE forman una red de enlace que brinda asistencia técnica en temas relacionados con el ahorro y uso eficiente de energía y en el desarrollo y empleo de los recursos energéticos renovables. La tarea principal de los PAC es:

- ❖ Asistir a pequeñas y medianas empresas que no cuenten con acceso a Internet. (4)
- ❖ Apoyar a entidades públicas, al sector doméstico y privado.
- ❖ Extender la asistencia técnica regional y central. (4)

Los Puertos de Atención CONAE son una herramienta que permite difundir y facilitar la transmisión de ayuda técnica a aquellos lugares y usuarios en donde no se cuenta aun con la infraestructura necesaria para acceder a una asesoría profesional.

En éste capítulo se explicará la forma en que se desarrollará el Puerto de Atención CONAE dentro del Centro Tecnológico Aragón, además de hacer una comparación entre la metodología propuesta por la CONAE y ésta tesis.

### **3.1. - DESARROLLO DEL PUERTO DE ATENCIÓN CONAE EN EL CENTRO TECNOLÓGICO ARAGÓN.**

El Centro Tecnológico Aragón cuenta con un Laboratorio de Diagnóstico Energético en el que se desarrollan técnicas para el uso eficiente de la energía, y que propone la instalación de un Puerto de Atención CONAE, la función de éste puerto será la de ofrecer los servicios de CONAE Virtual, esto consiste en dar la información y servicios que la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía ofrece, pero además, la de proporcionar una asistencia personalizada del Laboratorio de Diagnóstico Energético. Al establecer un Puerto de Atención CONAE se logrará atraer beneficios para la institución, entre esos beneficios se puede destacar lo siguiente:

- ❖ Habrá una relación estrecha Empresa – Universidad.
- ❖ Difusión en la comunidad circundante a la institución.
- ❖ Se tendrá asistencia técnica permanente.
- ❖ Se empleará la Internet para difundir el trabajo de la institución.
- ❖ Se podrá optar por obtener recursos económicos para la institución.

### 3.1.1. - Operación y capacitación.

Para lograr dar un servicio efectivo, se deberá de contar con los recursos humanos y técnicos necesarios para la operación del Puerto de Atención CONAE. El personal que opere el "PAC" recibirá capacitación especializada y permanente, destacando las metodologías desarrolladas por la CONAE:

- ❖ Iluminación en inmuebles.
- ❖ Control de la demanda.
- ❖ Generación y distribución de vapor.
- ❖ Torres de enfriamiento.
- ❖ Calentadores a fuego directo.
- ❖ Alumbrado público.
- ❖ Cogeneración.
- ❖ Transporte de carga.
- ❖ Minihidráulica.
- ❖ Sistemas Fototérmicos.
- ❖ Sistemas Fotovoltaicos.

La capacitación en éstos temas estará a cargo de la CONAE, por otra parte la gente que quede acreditada como operador iniciará su vinculación con el sector productivo desarrollando conocimientos y habilidades en materia de ahorro de energía y expandirá sus áreas de especialización o de servicios aprendiendo sobre un campo que va tomando importancia a escala mundial. Además, los operadores del PAC del Centro Tecnológico Aragón serán estudiantes que se encuentren prestando su servicio social, esto quiere decir que sólo estará por un periodo de tiempo determinado, como complemento y requisito se le dará capacitación en la operación de los diferentes equipos de medición que se emplearán para recopilar datos, los operadores propondrán mejoras en la metodología y en el servicio al usuario y darán capacitación a otros alumnos que estén como personal de apoyo.

La capacitación de los operadores y del personal que labore dentro del laboratorio consistirá en una instrucción para identificar los alcances de un diagnóstico energético, levantamiento de información, lo que les permitirá evaluar el uso de la energía con el fin de proporcionar medidas orientadas al ahorro y que muestren los beneficios energéticos, económicos y ecológicos de éste tipo de programas. De forma general se proponen los siguientes puntos:

- ❖ Asesoría por Internet: empleo del programa de captura y análisis de información disponible en CONAE Virtual.
- ❖ Facturación eléctrica: análisis de la facturación por concepto de consumo del energético para identificar posibles medidas de ahorro de energía.
- ❖ Eficiencia energética del inmueble: evaluación de las medidas técnicas implantadas, comparación de la facturación eléctrica e informe de los resultados.

De igual forma el usuario recibirá beneficios al solicitar el servicio del PAC. Dispondrá de asesoría técnica calificada, especializada y personalizada, además, tendrá el respaldo de un organismo especializado en el proceso de desarrollo de proyectos de eficiencia energética y tendrá consultoría a un costo reducido en la identificación de oportunidades de ahorro de energía. Un elemento importante es que podrá solicitar la asistencia directa en su empresa en caso de que no cuente con el personal y el equipo adecuados para realizar un diagnóstico energético.

### **3.1.2. – Recursos.**

Algo importante para poder llegar a aquellas personas que estén interesadas en el ahorro de energía, es el facilitarles el acceso a las asesorías y la información técnica, para ello el Laboratorio de Diagnóstico Energético dará asistencia técnica en línea por medio de computadoras y a través de la red telefónica; esto le dará el alcance necesario para poder evaluar y determinar los potenciales de ahorro de

energía en aquellas empresas que soliciten una asesoría técnica y que no requieran de una visita directa.

Para satisfacer los requerimientos técnicos para la implantación de un PAC el Centro Tecnológico cuenta con la infraestructura requerida por la CONAE para establecer el puerto, éstos requerimientos consisten en lo siguiente (4):

1. Se deberá contar con un lugar o área de trabajo, muebles y contactos.
2. Equipo de cómputo.
3. Conexión a Internet.
4. Correo electrónico.
5. Espacio de atención a usuarios.
6. Personal.
7. Infraestructura.

Dado que dicha metodología se realizará a través de la tecnología informática y en telecomunicaciones, la CONAE requiere de características mínimas para el equipo de cómputo (4):

1. Una computadora; Procesador 486.
2. 5 MB de memoria libre en disco duro (mínimo).
3. 8 MB de memoria RAM.
4. Windows 95 con Office que incluya Excel y Word.
5. Módem de 14.6 kbp.

El Centro Tecnológico cuenta con equipo de cómputo de vanguardia que supera dichas especificaciones por lo que se garantizará una operación adecuada y eficiente del software.

### **3.1.3. - Procedimiento de operación.**

Las actividades necesarias propuestas por la CONAE para realizar el estudio energético, señalan que los pasos de levantamiento de datos estarán a cargo del personal de la dependencia; el puerto de atención por su parte analiza la información y propone medidas de ahorro de energía, éstas actividades se pueden definir de la siguiente forma (4):

- ❖ Levantamiento de datos (Usuario)
- ❖ Envío de la información por Internet (Usuario)
- ❖ Análisis de la información (puerto de atención)
- ❖ Evaluación de alternativas de ahorro (puerto de atención)

Por otro lado, lo que propone el laboratorio de diagnóstico energético es que en caso de que la empresa o institución que desee realizar un diagnóstico energético no cuente con el personal adecuado para realizarlo, se le podrá asignar a un grupo de trabajo integrado por estudiantes del último semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica de la ENEP Aragón, junto con personal del Centro Tecnológico para realizar el diagnóstico, esto implica una cooperación incondicional por parte del solicitante.

### **3.1.4. – Sistema de trabajo.**

En el desarrollo del levantamiento de datos la CONAE establece como tarea fundamental el llenado de cuatro formatos tipo y el empleo de claves de identificación de zonas y equipo preestablecidas, los formatos son los siguientes:

- ❖ Datos básicos del inmueble
- ❖ Datos de facturación de energía eléctrica
- ❖ Zonificación de áreas
- ❖ Equipos de alumbrado

## **3.2. - PLAN DE TRABAJO.**

### **3.2.1. - Evaluación (medidas de ahorro de energía).**

Después de realizar el levantamiento de datos y analizar la información, el siguiente paso a desarrollar es establecer las medidas de ahorro de energía para el sistema de iluminación. Para ello, la CONAE ha desarrollado hojas de cálculo que realizan en forma ordenada y metódica la evaluación técnica y económica del reemplazo (4). Por su parte el Laboratorio de Diagnóstico Energético, desarrollará hojas electrónicas en las cuales se puedan realizar los cálculos de consumo de energía y la evaluación económica de un proyecto.

### **3.2.2. - Evaluación técnica.**

El programa de evaluación técnica de la CONAE cuenta con una base de datos de equipos de alumbrado con más de 400 sistemas diferentes, donde se muestran las especificaciones técnicas de cada uno de los sistemas. Además, se encuentra vinculado con la base de datos de tarifas eléctricas de 1999, o según sea el año en el cual se está realizando la evaluación, con la cual se determinan los costos eléctricos en el momento de evaluar la medida (4), en éste aspecto el Laboratorio de diagnóstico Energético se apoyará para obtener las listas de los equipos de iluminación y sus costos para hacer las recomendaciones de sustitución de equipos.

### **3.2.3. - Resultados de la evaluación técnica y económica.**

Con objeto de tener una visión general de todas las medidas propuestas para el alumbrado, se realiza una evaluación técnica y económica. En éste análisis se calculan el ahorro económico 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. (4)

### **3.2.4. - Reporte del diagnóstico.**

Para presentar un reporte de las actividades realizadas, se desglosa el contenido del diagnóstico energético mediante un informe final con los datos recolectados y los resultados obtenidos del análisis. En él se presenta una breve introducción sobre la situación energética del inmueble mediante datos de facturación eléctrica y censo de equipos de alumbrado, así como datos del área construida, los cuales son utilizados para establecer el grado de eficiencia de la instalación a través de índices energéticos.

Otra parte 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. Finalmente, en la sección de conclusiones, se presenta un consolidado de las medidas propuestas con los resultados obtenidos de las secciones antes mencionadas. (4)

### **3.2.5. – Infraestructura.**

Para analizar la información la CONAE cuenta con programas de cómputo que hacen el análisis de forma automática, posteriormente se hacen las recomendaciones para ahorrar energía (4). En éste trabajo se propone que el análisis sea realizado por el personal del laboratorio, de esta forma se podrán hacer correcciones y verificar la información. El personal encargado de realizar el levantamiento de datos deberá de tomar sus debidas precauciones para recopilar y revisar la información. Todo el trabajo requerirá de que se haga un reporte de todas las actividades que se realicen, esto permitirá mantener un control sobre los trabajos que se vayan realizando y quien lo realiza.

Hasta aquí hemos visto la forma de operar del puerto CONAE y las similitudes o diferencias con el Laboratorio de Diagnóstico Energético. Los conceptos básicos y la metodología para realizar un diagnóstico energético se expondrán detenidamente en los siguientes capítulos.



## Referencias

- (4) Manual para el Control de Energía en Iluminación. CONAE. México, D.F., 1999.

**4**

## **AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN**

A pesar de que los sistemas de iluminación son los principales consumidores de energía, la iluminación es importante porque afecta virtualmente cada fase de la vida moderna. Las oportunidades de ahorrar energía en sistemas de iluminación requieren que se preste atención a muchos parámetros que no son eléctricos. Los sistemas de iluminación son instalados para que las personas puedan "ver", la luz nos permite poder comprender el medio que nos rodea y ser capaces de desarrollar nuestras actividades en aquellas horas en las que no se puede recibir la radiación del sol. Por tal motivo el hombre se ha empeñado, desde sus principios, en desarrollar elementos productores de luz para poder continuar con sus actividades. En ésta tarea no sólo importan los aspectos económicos y de eficiencia; sino también el tipo de trabajo que la gente hace, y el espacio en que lo realiza. La iluminación también afecta otros sistemas, especialmente los de climatización.

Para poder aprovechar la luz, se han creado técnicas las cuales permitan obtener una cantidad adecuada de luz y una distribución uniforme de ella, para cualquiera que sea la finalidad en la que se empleará la iluminación, de modo que se logre obtener un máximo de comodidad para los que la empleen.

Uno de los grandes problemas de diseño en edificios y naves industriales es que la iluminación se emplea de la misma forma en todas las áreas, por lo tanto, al encenderse la luz en las zonas comunes, como podría ser la escalera, se iluminan las luces de todo el edificio, bodegas, pasillos, por lo que se está derrochando la mayor parte de la energía utilizada. La solución a éste problema es la inclusión de un económico sistema de ahorro racional del consumo eléctrico.

Algunos proyectos realizados por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), demuestran la eficacia de los programas para el control de consumo energético implementados en diversos sectores, por ejemplo: tenemos que para el año 2000 el FIDE realizó 8831 diagnósticos a nivel doméstico y de la pequeña y mediana industria de las cuales se tomaron diversas acciones que van desde correcciones en la instalación eléctrica hasta la sustitución de equipo por

otro más eficiente, se tiene que con la suma de dichos proyectos se ha logrado prescindir de 159 MW en equipos de iluminación y lo que proporciona un ahorro de 285 GW/h. En el sector industrial se tiene que los proyectos concluidos desocuparon 151 MW en iluminación y ahorraron 736 GW/h, en comercios se obtuvieron 20 MW menos en utilización de equipo y se ahorraron 70 GW/h. (8)

Los datos anteriores marcan un antecedente el cual señala la conveniencia de adoptar equipos de iluminación más eficientes. Aunque el empleo de lámparas de bajo consumo energético resulta ser satisfactorio para quien busca reducir su consumo de energía en éste sentido, existen sistemas de control de alumbrado los cuales ayudan a obtener una reducción extra en el consumo de luz eléctrica.

#### **4.1. – EMPLEO DEL ALUMBRADO.**

Cuando se pone en funcionamiento un recinto en el cual se llevará a cabo una tarea en específico, se supone que se cuenta con un nivel de iluminación adecuado a dicha actividad, además la cantidad y distribución de los equipos de iluminación también son planeados de acuerdo a las especificaciones del sitio, pero en muchas ocasiones se hacen modificaciones en la división de los cubículos u oficinas con las que se cuenta, sin tomar en cuenta que la iluminación fue planeada de antemano según el diseño arquitectónico del lugar.

Diseñar los ambientes de trabajo debidamente iluminados implicará el conocimiento de los niveles de iluminación requeridos para cada tipo de tarea en específico y los espacios que se deseen iluminar. También, se deberá de tomar en cuenta un factor natural muy importante que es la iluminación diurna, ya que ésta aporta un porcentaje de iluminación considerable y que significa un ahorro considerable de energía. Los equipos de iluminación que se empleen deberán de ser seleccionados de acuerdo a las características de operación que tengan y a las prestaciones del servicio que sean más convenientes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **4.2. - PLANEACIÓN DE ACCIONES PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DE LA ILUMINACIÓN**

Como complemento a las recomendaciones que se hagan en un diagnóstico energético, existen diversas medidas operativas que se pueden llevar a cabo sin perjudicar o alterar el curso de un plan para la administración de la energía; éstas acciones ayudarán a mantener un control más eficiente sobre los sistemas de iluminación, además de que reforzarán la tarea de concientización del personal al uso racional de la energía.

Tomando en cuenta las deficiencias que se tienen en el uso de la energía eléctrica se tomarán las acciones pertinentes que se requieran para lograr un ahorro de energía; las medidas operativas propondrán acciones de acuerdo a las necesidades que se tengan, que a su vez requerirá de una inversión. Este tipo de inversiones varían según el nivel de operación, que podrán ser desde tareas de mantenimiento hasta la sustitución y adquisición de nuevos equipos de iluminación. Éstas acciones se pueden clasificar de la siguiente forma:

### **4.2.1. - Acciones de primer nivel.**

Niveles de iluminación: es necesario establecer el tipo de actividad que se realizará en el área específica para establecer el nivel de iluminación que sea requerido. Dichos niveles de iluminación ya están preestablecidos por las normas de construcción.

Colores claros: las paredes y techos oscuros absorben parte de la iluminación que emite una lámpara, para aprovechar éstas superficies como reflectores, es conveniente pintarlos con colores claros, lo que aumenta el rendimiento de la iluminación, también, se propone el empleo de difusores de luz en las lámparas para obtener una iluminación uniforme.

Iluminación natural: se puede aprovechar la luz que nos proporciona el sol durante el día, un método muy práctico es el empleo de persianas verticales, las cuales

ayudan a dirigir el reflejo de la luz, también, es recomendable que los cristales de las ventanas sean totalmente transparentes, ya que los cristales ahumados o polarizados reducen los niveles de luz diurna que penetran a los locales. (7)

Retiro de lámparas: es muy usual que en áreas de uso común (pasillos, descansos, etc.) se tengan niveles de iluminación semejantes a las áreas donde se realizan tareas específicas (aulas, oficinas, salas de cómputo, laboratorios, etc.); por lo que es recomendable que se retiren las luminarias y lámparas que no sean necesarias en las áreas de uso común.

Mantenimiento de las lámparas: supervisar que todas las lámparas que se tengan estén libres de polvo, además cambiar las lámparas que estén fundidas o desconectar los balastos que no se encuentren operando algún equipo, ya que siguen consumiendo energía.

Aprovechar la ventilación natural: se recomienda, para aquellas oficinas en las que sea posible, abrir ventilas o ventanas con el fin de reducir la carga del equipo de aire acondicionado, además de hacer un ajuste a los termostatos de los equipos para reducir la carga a éstos y reducir su consumo. (7)

#### **4.2.2. - Acciones de segundo nivel.**

Separación de circuitos e instalación de apagadores: hay áreas de trabajo donde se tienen un gran número de lámparas controladas por un solo apagador, esto representa una desventaja ya que si se desea apagar las lámparas que no se requieran en ese momento, también se apagarían otras que si se necesite tener encendidas; por lo que se recomienda separar las lámparas en varios circuitos los cuales estén controlados por un apagador independiente.

Empleo de sensores de presencia: el empleo de los sensores de presencia implica un reconocimiento de las áreas en las que convendría su utilización por un periodo de tiempo determinado y que después queden desocupadas

completamente, también se deben de tomar en cuenta que hay actividades que sólo implican el estar estático en un lugar, esto representa que las lámparas se enciendan y apaguen continuamente, o instalar sensores de presencia en las áreas de poca actividad como son estacionamientos, bodegas, etcétera. También, se puede utilizar un sensor fotovoltaico el cual controle el encendido y el apagado de las lámparas según el nivel de iluminación diurna con el que se cuenta.

Capacitación: éstas actividades requieren de que sean supervisadas periódicamente, lo cual implica que se cuente con el personal adecuado para dicha actividad.

#### **4.2.3. - Acciones de tercer nivel.**

Instalación de equipo eficiente: existe una gran variedad de equipos de iluminación económicos que hacen un uso más eficiente de la energía y por lo mismo tienen un menor consumo de ella.

Remodelación de espacios: para aprovechar las características de los equipos eficientes, es recomendable establecer las áreas de trabajo y las actividades que se van a realizar en ellas. En caso de oficinas, se tendrá que rediseñar los espacios y los cubículos. Para poder diseñar una iluminación adecuada se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos (7):

- ❖ Actividad en el inmueble
- ❖ Nivel de iluminación requerido
- ❖ Nivel de iluminación aportado por la luz de día
- ❖ Determinación del número de lámparas
- ❖ Selección de los equipos
- ❖ Área a iluminar

- ❖ Y principalmente la aplicación del tipo de luz requerida para un trabajo específico (área de dibujo, área de oficina, etc.)

Las actividades y operaciones anteriormente propuestas requerirán de una inversión de capital, el monto del cual dependerá del tipo de acciones y de los equipos que sean necesarios sustituir. Dichas acciones tendrán que ser propuestas por el personal de mantenimiento o por el comité para el ahorro de energía según las observaciones que ellos hayan hecho.

#### **4.3. - EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.**

Una pobre calidad de iluminación puede hacer que las mejores instalaciones se vean de baja calidad. Además, sus empleados dependen de una iluminación apropiada para desarrollar sus tareas más eficientemente. La iluminación es uno de los sistemas que utilizan más energía y la iluminación es el área más fácil para reducir costos de energía.

A continuación se hará una descripción de los diferentes tipos de equipos para iluminación, al igual que se proporcionará una comparación de ellos y de sus características

##### **4.3.1. - Lámparas incandescentes.**

Son las populares bombillas cuya luz se consigue por medio de un filamento que se calienta con el paso de la electricidad. Éstas lámparas emiten una luz de gran calidad, con lo que reproducen muy bien los colores. Son las más baratas entre todas las fuentes de luz artificiales. Ofrecen mayor flexibilidad debido a la enorme gama de modelos y potencias. Consumen más energía que otras en relación con la cantidad de luz que aportan. Respecto a otras, su duración es más limitada.



Las lámparas incandescentes han sido superadas por muchos tipos nuevos de sistemas de iluminación que utilizan mucho más eficientemente la electricidad. Es un hecho que menos del 5% de la electricidad consumida por un foco incandescente se convierte en luz útil. Esto significa que el 95% de los costos de operación de la lámpara es desperdiciada (6). En la tabla 4.3.1.1 se presenta una lista de lámparas incandescentes y sus características técnicas.

Tabla 4.3.1.1. Lámparas incandescentes. Características de operación. (6)

POTENCIA (W)	LÚMENES	LUXES	EFICACIA lm/W	VIDA (HRS)
15	120	1290	8.00	1000
25	250	2690	10.00	1000
40	490	5272	12.25	1000
60	900	9684	15.00	1000
100	1650	17754	16.50	2000
150	2300	24748	15.33	2000
200	3400	26584	17.00	1000
300	5250	56490	17.50	2000

#### 4.3.2. - Lámparas fluorescentes.

La lámpara fluorescente se está empleando más frecuentemente que la lámpara incandescente por su bajo consumo de energía y su calidad en iluminación, la luz no está producida por el calentamiento de un filamento sino por una descarga eléctrica en arco mantenida en un gas o vapor ionizado. Dependiendo del fabricante las lámparas fluorescentes producen de 4 a 6 veces más luz por watt de energía consumida que las lámparas incandescentes, tomando en cuenta que se tome como referencia lámparas del mismo consumo en watts. Además duran 8 o 10 veces más, contribuyen a la preservación del medio ambiente, ya que han excluido al cadmio en la fabricación de éste tipo de lámpara (6). Pero para los sistemas de luz fluorescentes actuales, ya existen equipos similares ahorradores de energía.

A comparación de las lámparas fluorescentes que emplean balastos magnéticos, que son los equipos más comunes, las lámparas fluorescentes y balastos electrónicos utilizan menos del 40% de energía, operan más silenciosos, emiten

menos calor, tienen un diámetro de 25 mm y un diseño más ligero para instalarse más fácilmente (6). Además, con balastos electrónicos se pueden operar 3 a 4 lámparas, en cambio, con los magnéticos sólo se pueden con una o dos. Éste tipo de lámpara es recomendado para emplearse en oficinas, escuelas, hospitales, bibliotecas, tiendas, "ect". La tabla 4.3.2.1 se muestran lámparas fluorescentes de diferentes capacidades; se puede ver que la eficacia de las lámparas fluorescentes es superior en comparación a la eficacia de las lámparas incandescentes.

Tabla 4.3.2.1. Lámparas fluorescentes. Características de operación. (6)

POTENCIA (W)	LÚMENES	LUXES	EFICACIA lm/W	VIDA (HRS)
13	820	8823	63.08	7500
14	600	6456	42.86	9000
15	870	9361	58.00	7500
20	1340	14418	67.00	9000
25	2250	24210	90.00	2000
30	1950	20982	65.00	18000
34	2750	29590	60.88	20000
40	3300	35508	82.50	20000
55	3800	40888	69.09	12000
60	5400	58104	90.00	12000
75	6100	65636	81.33	12000
85	5600	60256	65.88	12000
95	8000	86080	84.21	12000
110	8800	94688	92.63	12000
135	9000	96848	66.67	12000
160	11250	121050	70.13	12000
215	15200	163552	70.70	12000

#### 4.3.3. - Lámparas de ahorro energético

##### (Lámparas Fluorescentes Compactas).

Son una variante de las lámparas fluorescentes y como su nombre lo indica éste tipo de lámparas genera luz fluorescente, además de emitir una cantidad de luz similar a la de las lámparas incandescentes, consumen 80% menos energía, tienen un tamaño compacto y tienen una vida útil diez veces mayor, con una vida útil de unas 10.000<sup>2</sup> horas y flujos luminosos de 1.500 lúmenes. Tiene encendidos instantáneos y rendimientos de 100 lm/W (6). Éstas lámparas pueden utilizarse

casi de forma general, poseen el mismo casquillo que las bombillas tradicionales lo que, unido a su calidad y confort de luz, su bajo consumo las hace útiles en aquellos lugares donde se necesite un alumbrado con largos períodos de encendido. Gracias al ahorro de energía, su utilización contribuye a la preservación del medio ambiente. Las CFL requieren de un balastro para su encendido y su regulación de corriente eléctrica durante su operación. Se pueden emplear en hospitales, bibliotecas, bancos, oficinas y escuelas.

Tabla 4.3.3.1. Lámparas CFL. Características de operación. (6)

POTENCIA (W)	LÚMENES	LUXES	EFICACIA lm/W	VIDA (HRS)
7	400	430	57.14	1000
9	600	645	66.67	1000
13	825	8877	63.46	1000
18	1200	12912	66.67	1200
26	1800	19368	69.23	1000
36	2900	31204	80.56	1200
40	3150	33894	78.75	2000
42	3200	34432	76.19	1000
50	4300	46268	86.00	1400

En la tabla 4.3.3.1 se muestra una lista de lámparas CFL con diferentes capacidades de operación, éste tipo de lámpara también muestra una superioridad ante las lámparas incandescentes. Las lámparas fluorescentes logran dar los mismos niveles de iluminación que las lámparas incandescentes. En la tabla 4.3.3.2 se puede apreciar la equivalencia en potencia entre las lámparas de ahorro energético y las normales de incandescencia.

Tabla 4.3.3.2. Equivalencias

Lámparas Fluorescentes Compactas	Incandescencia
9 W	40 W
11 W	60 W
15 W	75 W
20 W	100 W
23 W	120 W

#### 4.3.4. - Lámparas de halógeno.

Frente a las bombillas tradicionales, la luz de halógeno es más luminosa y blanca, además, aporta numerosas soluciones individuales de iluminación, y por supuesto con un mayor confort visual, obteniendo ambientes más modernos y atractivos. Las lámparas de halógeno incluyen un bulbo junto con los gases de relleno; los halógenos yodo y bromo. Trabajan bajo un ciclo de regeneración, los gases de yodo y bromo captan los átomos que se desprenden del filamento de tungsteno y no permite que se depositen en el bulbo, los regresa al filamento. Esta relación funciona mejor a mayor temperatura, lo cual se logra al reducir el espacio entre las paredes del bulbo y el filamento, dando como resultado una lámpara más pequeña.

Como éste tipo de lámparas tiene que soportar una gran presión y altas temperaturas, el bulbo está hecho de cuarzo, los pines de contacto están protegidos contra la corrosión y los casquillos son protegidos con cerámica, el reflector ayuda a absorber e irradiar el calor que la lámpara genera. Existen con o sin reflector, según se quiera concentrar la luz o no. Por lo tanto: Ofrecen una luz más blanca y brillante, lo que hace que permitan una perfecta discriminación de los colores. Por sus cualidades dan más juego en la decoración de interiores. Su eficacia y duración son superiores a las lámparas incandescentes normales, esto se puede apreciar en la tabla 4.3.4.1.

Tabla 4.3.4.1. Lámparas de halógeno. Características de operación. (6)

POTENCIA (W)	LÚMENES	LUXES	EFICACIA lm/W	VIDA (HRS)
20	4800	51648	240.00	4000
35	7000	75320	200.00	4000
40	1300	13988	32.50	2000
50	1500	16140	30.00	2000
60	3300	35508	55.00	2500
75	3500	37666	46.67	2500
100	1600	17216	16.00	2000
150	2400	25824	16.00	2000
300	6000	64560	20.00	3000
500	10500	112980	21.00	3000
1500	33500	360460	22.33	3000

Los tipos de poca potencia exigen un transformador que, en determinados modelos, viene ya incorporado. La emisión de luz es muy concentrada, lo que obliga a apantallar la lámpara para que no se vea directamente. Su calidad de luz permanece inalterable a lo largo de toda la vida.

#### 4.3.5. - Lámparas de vapor de sodio a alta y baja presión.

En las lámparas de vapor de sodio, la ampolla de descarga se fabrica con un material cerámico que resiste altas temperaturas (2.000 ° C) y el ataque de la atmósfera de vapor de sodio contenida dentro de la ampolla. Todo ello permite que éstas lámparas tengan una larga vida útil. (6)

Las lámparas de vapor de sodio a baja presión tienen una eficacia luminosa de hasta 183 lm/W y las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una eficacia luminosa de 139 lm/W. Éstas lámparas se fabrican con potencias que van desde los 35 W hasta los 1.000 W (6), sus características de operación se muestran en las tablas 4.3.5.1 y 4.3.5.2 . Para arrancar éstas lámparas necesitan voltajes entre 3 y 4 KV, el tiempo de arranque se sitúa en torno a los 4 minutos. Las lámparas de vapor de sodio tienen una forma trapezoidal o elipsoidal de tubo u ovoide y funcionan normalmente con un ignitor, un balastro o un condensador separados.

Tabla 4.3.5.1. Lámparas de sodio a alta presión. Características de operación. (6)

POTENCIA (W)	LÚMENES	LUX	EFICACIA lm/W	VIDA (HRS)
11.	2250	24210	64.29	2400
50	4000	43040	80.00	2400
70	6300	67788	90.00	2400
100	9500	102220	95.00	2400
150	16000	172160	106.67	2400
200	22000	236720	110.00	2400
250	28500	306660	114.00	2400
310	37000	398120	119.35	2400
400	50000	538000	125.00	2400
1000	140000	150670	140.00	2400

Tabla 4.3.5.2. Lámparas de Sodio a Baja Presión. Características de operación. (6)

POTENCIA (W)	LÚMENES	LUXES	EFICACIA lm/W	VIDA (HRS)
18	1800	19368	100.00	14000
26	3600	38736	1138.46	24000
35	4800	51648	137.14	18000
36	5800	62408	161.11	24000
55	8000	86080	145.45	18000
66	10500	112980	159.09	24000
90	13500	145260	150.00	18000
135	22500	242100	166.67	18000
180	33000	355080	183.33	18000

Por lo general las lámparas de vapor de sodio a alta y baja presión no ayudan a reconocer los colores ya que el espectro que emite solo proporciona el color amarillo por lo que se emplea en el alumbrado de espacios abiertos públicos, estacionamientos o patios exteriores.

#### 4.4. - EFICACIA DE LOS TIPOS DE LÁMPARAS.

En la tabla 4.5.1 se puede ver la eficacia, la duración media y la posibilidad de distinguir colores entre los distintos tipos de lámparas más utilizadas en la vivienda. Además de sustituir las lámparas incandescentes por lámparas ahorradoras de energía, también existen otros equipos que ayudan a disminuir el consumo de energía y su desperdicio.

Tabla 4.4.1. Comparación de la Eficacia en los distintos tipos de lámparas. (6)

Tipo de lámpara	Índice de eficacia	Duración media (h)
Normales de incandescencia	1	1.000
Halógenas	1,5	2.000
Fluorescentes de luz Standard	4	5.000
Fluorescentes de luz "Extra"	5	10.000
Lámparas de bajo consumo	5,4	10.000

#### **4.5. - BALASTROS ELECTROMAGNÉTICOS Y ELECTRÓNICOS.**

Los balastros electromagnéticos y electrónicos están diseñados para operar a lámparas fluorescentes, sin embargo, existen diferencias en la forma en que operan a las lámparas, el grado de eficiencia, la capacidad de producir la luz especificada de las lámparas.

Un balastro puede tener diferentes factores de balastro (FB) para operar diferentes lámparas. El factor de balastro es la capacidad para producir el flujo luminoso especificado por una lámpara fluorescente. Otro factor que se toma en cuenta es el factor de eficiencia del balastro (FEB) que muestra la eficiencia con la que un balastro opera a una lámpara fluorescente. Por último, el factor de potencia del balastro (FPB) señala la eficiencia en que el balastro convierte en watts la potencia suministrada.

Todos los datos anteriores son suministrados por el fabricante, al igual que el tipo de lámparas que pueden operar. La ventaja del balastro electrónico sobre el balastro electromagnético, es la disminución de tamaño y peso, al igual que reduce la generación de armónicos en la red eléctrica.

#### **4.6. - SISTEMAS DE CONTROL DE LA ILUMINACIÓN.**

##### **4.6.1. - Sensores de presencia.**

Dichos dispositivos permiten controlar la iluminación automáticamente, en función de las necesidades de iluminación de las diferentes áreas de trabajo. Dependiendo de las suposiciones de diseño y en las horas de operación, pueden ahorrar adicionalmente un 30 a 45 % (6) en recibos de luz y hacer que los focos duren más utilizando sensores de presencia que apaguen los focos cuando el cuarto está vacío. Existen sensores Pasivos Infrarrojos (PIR) y Ultrasónicos. Se recomiendan los sensores pasivos infrarrojos para salas de juntas, oficinas, y espacios de servicios. Los Ultrasónicos se recomiendan para los baños públicos y

cuartos de huéspedes. Es recomendable se ocupen los servicios de un experto para el diseño e incorporación de un proyecto de sensores de presencia.

#### **4.6.2. - Sensores de luz.**

A estos sistemas se les conoce como fotosensor o fotocelda, éste equipo trabaja basándose en un sistema fotoeléctrico el cual funciona dependiendo el grado de luz diurna que penetre en el interior de un recinto. Éste tipo de sistemas de control son ocupados para encender o apagar un determinado número de lámparas, cuando el nivel de iluminación que proporciona el sol aumenta gradualmente. El sensor de luz se recomienda para ser utilizado en oficinas y escuelas.

#### **4.6.3. - Temporizador o Timer.**

El temporizador es un interruptor de tiempo y trabaja controlando los equipos de alumbrado, en periodos de tiempo preestablecidos con acción de encendido y apagado. Éste sistema es capaz de controlar la iluminación de tal manera que al pasar de determinada hora en la que el tráfico de personal es casi nulo, como podrían ser la 1 o las 2 de la mañana, se apagan la cantidad de ellas que desee. Estos dispositivos pueden ser empleados en oficinas, aulas escolares, hospitales, pasillos, almacenes de intendencia, etc.

#### **4.6.4. - Controladores de nivel de iluminación o Dimer.**

El Dimer es un sistema que permite regular el nivel de iluminación de un recinto, este sistema ajusta la salida de luz de los sistemas de alumbrado manteniendo un rango constante de iluminación preestablecido de modo automático, también hay controladores de nivel de iluminación de operación manual, lo que permite ajustar la iluminación de acuerdo a las necesidades del momento.



#### **4.6.5. - Sustitución de equipo por grupo.**

La sustitución de equipo por grupo es un término que describe el proceso de reemplazar todas las lámparas o luminarias y balastos viejos de una área determinada por modelos nuevos más eficientes a un mismo tiempo; es la primer y mejor actividad de costo - ahorro. Y si las lámparas incandescentes son reemplazadas por T8 fluorescentes y balastos electrónicos, se ahorra también mucha energía. Una vez que una lámpara haya alcanzado el 80% de su vida o una significativa depreciación de lumen se deberá de recurrir a la sustitución que incluye una limpieza total de las luminarias y que se tendrá que programar ésta acción.

El cambio de equipo por unidad, requiere mucho más trabajo y tiempo, frecuentemente resulta en una iluminación no uniforme, porque revuelve lámparas de diferentes estados de depreciación de lumen. Un beneficio adicional es que la sustitución de equipo por grupo, puede proveer descuentos por compras de mayoreo.

#### **REFERENCIAS**

- (6) Catálogo de Especificaciones Técnicas. PHILIPS. Información General de Iluminación. 1998.
- (7) Energy Efficient Design: A guide to energy efficiency and solar application in building design. Ece energy Series No. 9. United Nations. New York, 1991.
- (8) Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). Resultados preliminares obtenidos del archivo del FIDE. Programa 2000. Agosto del 2000.

**5**

**METODOLOGÍA DE AHORRO EN  
ILUMINACIÓN**

El ahorro de energía es un tema que cada vez va tomando mayor importancia dentro de la sociedad, desafortunadamente los diferentes organismos creados para difundir éste tema sólo han logrado llegar a los oídos de un sector de la comunidad muy reducido, éste trabajo se enfocará al desarrollo y propuesta de una metodología de ahorro de energía en un área en específico aplicable en diversos recintos de trabajo, pero que se enfocará primordialmente a la micro y mediana industria.

Dentro del Centro Tecnológico Aragón se encuentra el Laboratorio de Diagnóstico Energético, el cual está encargado de investigar y plantear nuevas técnicas para el uso racional de la energía y evaluar los métodos propuestos por otras organizaciones y países. Para satisfacer los requerimientos de calidad, el Laboratorio de Diagnóstico Energético toma como referencia las recomendaciones técnicas propuestas por la CONAE y el FIDE para cumplir con los lineamientos de las normas oficiales mexicanas "NOM". Ambos organismos cuentan con programas de apoyo a instituciones de educación superior, con lo que se busca mantener un intercambio de información sobre el tema de ahorro de energía, además de proporcionar acceso fácil a través de la INTERNET a todo aquel interesado en mejorar su situación energética.

Otra parte importante del trabajo del laboratorio consiste en difundir el ahorro de energía dentro del plantel a los profesores y alumnos que se desempeñen dentro de la ingeniería por medio de la creación de seminarios y cursos; donde se proporciona información acerca de la cultura y métodos de ahorro de energía a toda la comunidad estudiantil de la ENEP a través de artículos y folletos.

Los alcances del programa de trabajo del Laboratorio de Diagnóstico Energético se mencionan a continuación:

a) Alcances dentro de la ENEP Aragón:

- ❖ Difusión del tema de ahorro de energía en toda la población docente y estudiantil, a través de artículos y folletos.
- ❖ A los estudiantes que presten servicio social dentro del laboratorio, se les dará una capacitación para operar los equipos de medición requeridos para recopilar datos.

#### b) Alcances del Laboratorio de Diagnóstico Energético:

- ❖ Captar la atención de las empresas circundantes a la ENEP, invitándolas a participar en conferencias que realice el Centro Tecnológico Aragón, para que conozcan las actividades y servicios que se prestan en la institución.
- ❖ Crear un vínculo Empresa - Universidad para que los estudiantes de la ENEP puedan realizar prácticas dentro de las empresas.
- ❖ Hacer un estudio de los diferentes procesos que se lleven a cabo en las empresas, lo que permitirá formular un programa para el uso racional de la energía y ponerlo en práctica.
- ❖ Mantener un control del consumo energético para localizar posibles fallas e implementar las mejoras necesarias.

Con éste programa se busca ser una fuente de solución para problemas reales, al aplicar los conceptos de ingeniería mecánica y eléctrica, aunado al uso de métodos de ahorro de energía desarrollados tanto en el ámbito académico como profesional.

#### 5.1. - PLAN DE ACTIVIDADES.

El poder realizar y aplicar una metodología para el control y uso racional de la energía, implica tener conocimiento sobre los diferentes factores que se encuentran relacionados entre sí, además de establecer un sistema de trabajo secuencial que permita desarrollar todas las actividades planeadas, sin entorpecer las tareas que se realicen dentro del recinto independientemente de que sea

industria, hospital, comercio o escuela, por lo que se ha desarrollado un plan de trabajo el cual describirá claramente todas las etapas y actividades lo que permitirá captar la información acerca de los equipos que se encuentran en uso y el consumo energético que éstos tienen, de ésta forma se podrá hacer una interpretación de los datos, formular y establecer las medidas técnicas necesarias para resolver el problema.

Uno de los primeros puntos será el reconocimiento de los equipos e instrumentos para la obtención de datos. Para saber la clase de instrumentos que serán requeridos, se tendrá que identificar las variables que se deseen conocer; en éste caso como se tratará de conocer como opera un sistema de alumbrado, se deberá de contar con multímetro y un luxómetro.

El Laboratorio de Diagnóstico Energético cuenta con los equipos de medición mencionados, además de dos analizadores de redes eléctricas, con los cuales se pueden obtener datos con una mayor precisión y credibilidad, éstos equipos podrán ser utilizados en lugar del multímetro.

## **5.2. - EQUIPO Y MEDICIONES.**

### **5.2.1. – Luxómetro.**

Por lo general, el saber si la iluminación empleada en un recinto es la adecuada según las características del lugar y las actividades que se desarrollan en él, es desconocido para las personas que laboran en ese sitio; es aquí donde se requiere del empleo del luxómetro, éste instrumento ayudará a determinar si los niveles de iluminación concuerdan con los recomendados; para obtener ésta información se tiene que medir el nivel de iluminación de cada área independiente. Se deberá de considerar que un área independiente es aquella que esté aparte o separada por un muro o división de un espacio común.

El Luxómetro empleado para medir los niveles de iluminación es el "AEMC Instrument Lightmeter, modelo 810", y tiene las siguientes características:

- ❖ Pantalla de cristal líquido digital (LCD)
- ❖ Medición en luxes o lúmenes
- ❖ Medición desde 0.01 a 20,000 luxes / lúmenes
- ❖ Seguro de retención de mediciones
- ❖ Cero automático
- ❖ Sensibilidad de espectro ajustada

### 5.2.2. - Analizador de redes eléctricas.

El multímetro o el analizador de redes eléctricas ayudará a conocer el estado de la demanda de energía. Para conocer estos datos se tendrán que hacer las mediciones en distintos horarios durante un periodo de tiempo determinado. Por lo general, se recomienda que las mediciones se hagan en el lapso de una semana como mínimo, para ver cual es el comportamiento de la demanda eléctrica que tiene el recinto. Los parámetros a medir son los siguientes:

Mediciones {

- Factor de potencia (%)
- Potencia activa (KW)
- Potencia reactiva (KVA)
- Tensión de línea (Volts)
- Intensidad de corriente (Amp)

El analizador de redes eléctricas empleado es el "POWER MEASUREMENT" , modelo "7500ION" y tiene la capacidad de obtener varias lecturas simultáneamente y cuenta con las siguientes características:

❖ Mediciones

- Potencia Aparente (KVAh), Activa (KWh) y Reactiva (KVARh).
- Voltaje de línea neutro, de línea a línea, voltajes promedios, corrientes de fase, factor de potencia, frecuencia.

❖ Calidad de la Energía

- Registro de forma de onda, armónicos (hasta la 63<sup>a</sup> armónica).
- 1 MB de memoria para almacenar eventos con fecha en calidad de energía.

### **5.3. - RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**

El siguiente paso será efectuar una serie de recorridos por las instalaciones del recinto, éste ejercicio tiene la finalidad de ir identificando los equipos de alumbrado y de control de equipos de iluminación, además de identificar la distribución de éstos equipos en diferentes circuitos si es que se tiene una división de ellos. Para éstos recorridos será recomendable que se tengan a la mano los planos arquitectónicos del lugar y los planos de la instalación eléctrica del alumbrado, de no ser así se tendrá que hacer un croquis del sitio conforme se vaya avanzando en el recorrido. Puede esperarse que los planos del sistema eléctrico de la iluminación no concuerden con la instalación física que se encuentra en ese momento, tal vez se tengan otro tipo de lámparas, un seccionamiento de los circuitos diferente o una distribución de los equipos distinta, entonces esto representa una oportunidad para que se actualicen esos planos.

#### **5.3.1. - Reconocimiento de áreas.**

Para facilitar el reconocimiento de ineficiencias en los sistemas, se debe de hacer una división de las áreas de trabajo, al igual que se tendrán que determinar e identificar las áreas de uso común; ambas categorías se pueden clasificar de la siguiente forma:

Áreas de trabajo {  
 Oficinas  
 Sala de juntas o de proyección  
 Área de dibujo  
 Cuarto de cómputo  
 Biblioteca, etc.

Áreas comunes {  
 Recibidor  
 Pasillos  
 Cuarto de servicio  
 Bodega  
 Escaleras, etc.

La zonificación de áreas consiste en identificar el número de niveles que conforman el recinto, los diferentes espacios que se hallen por nivel, la determinación del tipo de actividad que se realiza en ese espacio y asignarle una identificación. Después de haber hecho una zonificación del recinto, se procederá a hacer un censo del equipo empleado en cada área y sus características, las cuales se mencionan a continuación:

Zonas {  
 Áreas de trabajo o áreas comunes.  
 Superficie de cada área (m<sup>2</sup>).  
 Número de lámparas y apagadores.

Alumbrado {  
 Tipo de lámpara: fluorescente, incandescente, de halógeno, etc.  
 Características de operación de la lámpara.  
 Características de operación del balastro.



Apagadores { Tipo de apagador: sencillo, tipo escalera, controlador  
Número de lámparas que controla  
Distribución

En caso de que el recinto cuente con más de un nivel, será necesario señalar el número total de pisos que integren el edificio, se podrá asignar una identificación a cada nivel para indicar en cual se está trabajando, consecuentemente se señalarán los espacios y divisiones de dicho nivel. Para llevar un orden en la recopilación de los datos se recomienda que se utilicen formatos en los cuales se pueda anotar la información requerida para el diagnóstico y señalar las observaciones convenientes, lo que posteriormente facilitará su análisis.

### 5.3.2. - Horario de uso de la luz eléctrica.

El uso irracional de la energía eléctrica en muchas ocasiones se debe al empleo inconsciente de la iluminación. Durante el recorrido se tendrá que entrevistar al personal para determinar cuanto tiempo al día permanece en funcionamiento la luz eléctrica; ésta información se deberá de anotar dentro del formato "E I" (ver anexo "A"); por lo general una costumbre que la gente tiene en común es el encender la iluminación eléctrica desde la primer hora de labores, esto se debe a que la iluminación diurna es muy baja para proporcionar el confort necesario de visibilidad, aunque después ya no es necesaria la iluminación artificial, ésta permanece encendida inútilmente.

La forma recomendada para establecer el uso de la iluminación eléctrica en periodos de tiempo podrá ser realizada de la siguiente forma:

1. Horario de trabajo del personal: aquí se deberá de establecer la hora de entrada y de salida del personal de trabajo, de igual forma se señalarán estos datos si se cuenta con dos o más turnos.

2. Periodo de tiempo: en esta parte se establecerá cuantas horas permanece en operación la iluminación eléctrica encendida durante la mañana, el medio día, la tarde y la noche o si se mantiene durante todo el día.

### **5.3.3. - Medición de los niveles de iluminación.**

Para cada área se deberán de considerar los siguientes factores: la iluminación que se tiene con la luz diurna y con la ausencia de ella, esto implica que las mediciones se hagan en distintos horarios con el sistema de alumbrado encendido y apagado, también se deberá de tomar en cuenta si se tienen cortinas o persianas en las ventanas, éstos dos últimos factores tienen una influencia directa con la iluminación y podrían arrojar datos falsos si no son apreciados debidamente. Se necesitará señalar aquellas áreas en las que la iluminación exceda o esté por debajo del nivel de confort recomendado.

### **5.3.4. – Mantenimiento.**

Otro factor que determina si se emplea la iluminación eléctrica de forma eficiente es el mantenimiento de los equipos, aquí se deberá de establecer la frecuencia con la que se hacen las labores de mantenimiento, cual es la forma de proceder de ésta tarea y cuales son las operaciones más comunes que se realizan. Es probable que durante el recorrido se detecten algunas anomalías en la operación del equipo de iluminación, por ejemplo: lámparas fundidas, apagadores deteriorados o balastos que se encuentren conectados sin operar alguna lámpara.

El personal de mantenimiento deberá de proporcionar información sobre las fallas más comunes que presenten el sistema y cuales son las operaciones que se realizan para corregir dichos problemas, subsecuentemente se tendrá que hacer un análisis sobre las posibles causas que provoquen esas anomalías. Todas las

observaciones y soluciones que surjan para la corrección de fallas se anotarán dentro del diagnóstico.

#### **5.4. - ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

##### **5.4.1. – Facturación.**

Para poder determinar cuanto se está consumiendo de energía eléctrica y cuanto se paga por ella, será preciso solicitar al departamento de contabilidad la facturación histórica de por lo menos un año; se recomienda que ésta información sea solicitada con tiempo, para hacer el análisis de la facturación se tendrá que identificar los siguientes puntos:

- ❖ La tarifa y su importe o costo
- ❖ Periodo de consumo
- ❖ Lectura anterior y actual
- ❖ Consumo del periodo actual (KW / h)
- ❖ Demanda actual (KW)
- ❖ Factor de potencia

Con estos datos se podrá establecer el método con el cual la CFE calcula el costo del servicio. Se deberá de tomar en cuenta que la medición del consumo eléctrico del sistema de alumbrado puede diferir del que se tenga registrado en la facturación, esto se debe a que no se estará tomado en cuenta otros equipos electrónicos (computadoras, copiadoras, aire acondicionado, etc.)

##### **5.4.2. - Análisis del equipo de alumbrado.**

El análisis de la información recaudada sobre el tipo de lámparas empleadas, su potencia de operación y los niveles de iluminación de las distintas zonas determinará las fallas y las posibles oportunidades para reducir el consumo de energía. En éste análisis se obtendrán los siguientes datos:

- ❖ Número de lámparas: aquí se determinará si las lámparas instaladas proporcionan los niveles de iluminación recomendados, además de que se verificará que la carga total instalada en cuanto al equipo de iluminación sea el adecuado. (9)
- ❖ Número de interruptores: en este punto se señalará si que el control del alumbrado está debidamente seccionado o si la distribución del número de lámparas por apagador está debidamente balanceado.

#### **5.4.3. - Concentrado de la información.**

Para facilitar la tarea de recopilación de los datos se deberá de crear una hoja (formato) en la cual se pueda hacer el concentrado de todos los parámetros medidos de forma ordenada y por categoría. En éste caso se desarrollaron los formatos de captura de información (ver formatos en el anexo "A"). Éstos formatos se identifican de la siguiente forma: para la captura de la información básica del edificio tenemos el formato "D B", éstas letras corresponden a las siglas de "Datos Básicos"; por otra parte tenemos el formato para la captura de los datos del equipo de iluminación y de las características del recinto identificado como "E I", que corresponde a "Equipo de Iluminación". En éstas hojas se capturan los siguientes datos:

- ❖ Nombre de la empresa o institución
- ❖ Fecha de ejecución
- ❖ Tipo de formato
- ❖ Tarifa eléctrica
- ❖ Nivel
- ❖ Área (m<sup>2</sup>)
- ❖ Equipo de iluminación y su descripción
  - Potencia (W)

- Número de luminarias
- ❖ Uso horario
- ❖ Observaciones

#### **5.4.4. - Diagnóstico y conclusiones.**

Después del llenado de los formatos y del análisis de toda la información recabada, se procederá a hacer un listado de todas las fallas que se observaron y de las medidas técnicas o las mejoras operativas para su corrección. Se deberá de presentar un resumen el cual contenga la situación energética de la empresa o institución; que es el consumo mensual y su importe económico, se expondrán las ineficiencias encontradas y se sugerirán las acciones pertinentes para su corrección.

#### **Referencias**

- (1) NOM -007-ENER-1995, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

**6**

# **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

Para ejemplificar de forma práctica el plan de trabajo, en este capítulo se presentará un ejemplo de los procedimientos para la captura de datos, toma de mediciones y lectura de los parámetros eléctricos, aplicando la metodología del plan de trabajo descrito en el capítulo anterior en el Centro Tecnológico Aragón. Éste programa permitirá conocer la situación del consumo de energía eléctrica por concepto de alumbrado, además de señalar las áreas en donde se haga un uso adecuado del alumbrado y de otras donde se tengan ineficiencias.

Como actividad principal, se tendrá que formar el comité para el ahorro de energía. Para la ejecución del diagnóstico energético en el Centro Tecnológico Aragón el comité fue formado por el mismo Laboratorio de Diagnóstico Energético.

## **6.1. – PROCEDIMIENTO.**

### **6.1.1. - Equipo y recorridos.**

Una vez conformado el comité, se procedió a reunir el equipo para hacer las mediciones eléctricas y de los niveles de iluminación. Como primer paso se instaló el analizador de redes eléctricas en las líneas de salida de la subestación eléctrica del Centro Tecnológico Aragón, una vez instalado el equipo se verificó que éste trabajara correctamente. Este instrumento permaneció conectado durante un periodo de 7 días continuos, lo que ayudó a conocer la demanda durante una semana normal de trabajo.

Para realizar el recorrido por los laboratorios del Centro Tecnológico, se solicitaron los planos arquitectónicos y del sistema de alumbrado para hacer una identificación del recinto y de los equipos de iluminación que los planos tienen registrados. El objetivo de contar con los planos es para planear una ruta que permitiera visitar los laboratorios de forma ordenada y poder hacer el censo del alumbrado y de las observaciones en cada uno de ellos.

Los recorridos dentro del Centro Tecnológico se dividieron en tres fases; en el primer recorrido se identificaron todas las zonas y el tipo de tareas que se realizan en ellas, se anotaron todas las observaciones y detalles que se detectaron y se ejecutó el censo en cuanto al sistema de alumbrado con la ayuda de los planos del sistema de iluminación. En el segundo recorrido se realizó la toma de lecturas de los niveles de iluminación en cada laboratorio, pasillos y escaleras, así mismo, se entrevistó al personal para determinar el tiempo que emplean la luz eléctrica durante el día. Por último el tercer recorrido sirve para verificar la información recopilada y para aclarar dudas, éste último recorrido es opcional.

### 6.1.1.1. – Reconocimiento de áreas (recorrido 1)

Para facilitar la identificación de cada lugar del recinto se asignó una clave sencilla y lógica a cada nivel y zona, las claves de identificación para cada zona del Centro Tecnológico se muestran en la tabla 6.1.1.1.1.

Tabla 6.1.1.1.1. Asignación de claves de identificación de zonas

<b>Número de niveles ( 3 )</b>	
Planta Baja	PB
Primer Piso	P1
Segundo Piso	P2
<b>Áreas de trabajo</b>	
Oficinas	OF
Salón de Clases	SC
Laboratorios	LAB
Sala de Videoconferencia	VC
<b>Áreas comunes</b>	
Pasillos	PAS
Bodega	BG
Escaleras	EC

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Después de haber hecho la asignación de claves de identificación de las zonas, se procedió a hacer el censo de las lámparas, ésta tarea consiste en reconocer el tipo



de lámpara que se está empleando, su potencia y el tipo de balastro que utiliza en caso de que el equipo lo emplee, además de la cantidad que se tiene en cada área de trabajo o área común (ver planos del sistema de iluminación en el anexo "B"); también se realiza una lista de todas las observaciones acerca de los detalles en la instalación del sistema de iluminación y cualquier otro aspecto que sea considerado de importancia, de igual forma se hizo una señalización en aquellas zonas en las que se considere que haya un uso irracional de la energía eléctrica.

Del análisis del sistema de iluminación se tiene las siguientes observaciones dadas en la tabla 6.1.1.1.2.

Tabla 6.1.1.1.2. Lista de deficiencias.

Observaciones
1. - Se detectó que en algunos laboratorios la distribución de las lámparas no corresponde a la mostrada en los planos del sistema de alumbrado.
2. - En algunos laboratorios el encendido y apagado de las lámparas está controlado por un breaker situado en las cajas de control.
3. - No hay un seccionamiento de circuitos eléctricos adecuado, como consecuencia se tienen luminarias encendidas innecesariamente.
4. - Algunas lámparas se encuentran inservibles y el balastro conectado.
5. - La luz eléctrica en el pasillo de la planta baja se mantiene encendida las 24 horas del día, 7 días a la semana.
6. - El color de las paredes y techos no ayuda a reflejar la luz emitida por las lámparas.
7. - Los niveles de iluminación de algunos laboratorios rebasan los niveles establecidos de confort visual
8. - No se aprovecha la luz diurna.

### 6.1.1.2. – Determinación del uso horario (Recorrido 2)

En éste recorrido se realizaron las mediciones de los niveles de iluminación y las entrevistas al personal para determinar el tiempo de operación del sistema de alumbrado por día en las áreas de trabajo y de uso común. Los datos de la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

cantidad de luminarias, número de horas de operación y las potencias de las lámparas se concentran en el formato "E I" (ver formato en el anexo "A").

### 6.1.1.3. - Niveles de iluminación.

Como siguiente paso se hicieron las mediciones de los niveles de iluminación en cada uno de los laboratorios y oficinas. Para obtener los niveles de iluminación se empleo el luxómetro "AEMC Instrument Lightmeter, Modelo 810", éste instrumento cuenta con un fotosensor sencillo, por lo que se realizaron mediciones en diferentes zonas de cada laboratorio, para posteriormente sacar un promedio del nivel de iluminación de cada área.

Las mediciones se realizaron en dos horarios; la primer medición se realizó después de las 9 a.m. a plena luz de día, en éste horario se realizaron tres mediciones combinando tres factores: las persianas, las lámparas y la luz diurna. Las mediciones del segundo horario fueron hechas después de las 7 p.m. cuando se carece de luz diurna, esto fue para medir el nivel de iluminación proporcionado únicamente por las lámparas. La combinación de estas variables quedó de la forma mostrada en la tabla 6.1.1.3.1.

Tabla 6.1.1.3.1. Combinación de variables para la medición de la iluminación.

<b>Horario "1"</b>
Persianas cerradas – Luces encendidas
Persianas abiertas – Luces encendidas
Persianas abiertas – Luces apagadas
<b>Horario "2"</b>
Luces encendidas

Los niveles de iluminación registrados en cada zona presentan variaciones en los laboratorios, esto se debe a la ubicación y orientación de cada laboratorio. El registro se presenta en la tabla 6.1.1.3.2.

Tabla 6 1 1 3.2. Niveles de iluminación en el C.T.A.

Niveles de iluminación					
Áreas		Horario "1" (Luxes / Lúmenes)			Horario "2" (Luxes/ Lúmenes)
Nivel	Zona	Pers. cerradas Luces encendidas	Pers. abiertas Luces encendidas	Pers. abiertas Luces apagadas	Luces encendidas
P B	SC d.i.	Sin persianas	550.94 / 51.18	499.69 / 46.42	
P B	LAB manu	486.45 / 45.19	543.70 / 50.51	511.90 / 47.56	402.75 / 37.42
P B	BG				
P B	LAB amb2	372.72 / 34.63	398.00 / 36.97	363.00 / 33.72	395.00 / 36.70
P B	LAB amb1	337.36 / 31.34	630.00 / 58.53	309.18 / 28.72	320.91 / 29.81
P B	LAB mec	368.10 / 34.20	889.90 / 82.67	391.50 / 29.68	370.60 / 34.43
P B	PAS	No aplica	7540.00 / 700.47	7235.00 / 672.13	325.00 / 30.19
P 1	LAB ind	116.33 / 10.81	361.00 / 33.54	246.00 / 22.85	118.33 / 10.99
P 1	LAB cnc	423.25 / 39.32	717.88 / 66.69	277.00 / 25.73	331.63 / 30.81
P 1	LAB cad	433.85 / 40.29	438.24 / 133.61	1012.71 / 94.08	426.18 / 39.59
P 1	LAB mat	558.83 / 51.92	1559.58 / 144.88	854.17 / 79.35	506.67 / 47.07
P 1	LAB elecL	531.00 / 49.37	1016.25 / 94.41	481.50 / 44.73	480.00 / 44.59
P 1	LAB elecR	508.00 / 47.19	508.00 / 47.19	78.00 / 7.26	478.00 / 44.41
P 1	OF 1	452.00 / 41.99	1411.00 / 131.08	1247.00 / 115.85	318.00 / 29.54
P 1	OF 2	454.00 / 42.18	1410.00 / 131.00	1250.00 / 116.13	317.00 / 29.45
P 1	OF 3	452.00 / 41.99	1409.00 / 130.89	1247.00 / 115.85	318.00 / 29.54
P 1	OF 4	454.00 / 42.18	1411.00 / 131.08	1251.00 / 116.22	321.00 / 29.83
P 1	PAS	No aplica	7540.00 / 700.47	7235.00 / 672.13	325.00 / 30.19
P 2	OF 1	447.00 / 41.53	1411.00 / 131.08	1247.00 / 115.85	318.00 / 29.54
P 2	OF 2	450.00 / 41.81	1409.00 / 130.89	1251.00 / 116.22	318.00 / 29.54
P 2	OF 3	454.00 / 42.18	1409.00 / 130.89	1250.00 / 116.13	321.00 / 29.83
P 2	OF 4	451.00 / 41.90	1412.00 / 131.18	1249.00 / 116.03	319.00 / 29.64
P 2	LAB comp	468.77 / 43.55	1019.31 / 94.69	671.00 / 62.34	411.92 / 38.27
P 2	LAB a.v.L	342.50 / 31.82	1137.00 / 105.63	1009.50 / 93.78	479.00 / 44.50
P 2	LAB a.v.R	638.50 / 59.32	723.00 / 67.17	453.50 / 42.13	481.00 / 44.69
P 2	LAB b.i.	325.32 / 30.22	367.50 / 34.14	301.15 / 27.96	318.67 / 29.60
P 2	SALA 1	320.15 / 29.74	350.25 / 32.54	305.25 / 28.36	310.15 / 28.81
P 2	SALA 2	325.89 / 30.28	357.98 / 33.26	313.96 / 96.17	315.42 / 29.30
P 2	SALA 3	320.15 / 29.74	351.79 / 32.68	303.80 / 28.22	310.15 / 28.81
P 2	SALA 4 A.V.	298.63 / 27.74	335.56 / 31.17	285.73 / 26.54	280.59 / 26.07
P 2	PAS	No aplica	7540.00 / 700.47	7235.00 / 672.13	325.00 / 30.19

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### **6.1.1.4. Mantenimiento.**

Una ineficiencia existente dentro del Centro Tecnológico es la falta de un programa de mantenimiento y la falta de personal designado a dicha tareas; por lo general el personal docente que labora dentro del Centro Tecnológico reporta las fallas del sistema eléctrico, posteriormente se contrata un servicio técnico para hacer las labores de corrección. Cabe resaltar que al no tener personal que se dedique al mantenimiento de las instalaciones, es difícil tener un registro de las fallas más comunes que se presentan en el edificio.

#### **6.1.1.5. – Facturación.**

La información sobre los gastos en energía eléctrica se tiene registrada en una lista de facturas que comprenden de febrero del 2000 a enero del 2001. El análisis de la facturación se hará con detalle en el siguiente capítulo.

**7**

# **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para conocer cual es la situación energética del Centro Tecnológico Aragón, se organizó toda la información recopilada y se hizo un análisis de ella. El primer paso fue verificar la demanda de energía, para ello se verificó el registro de las mediciones eléctricas que monitoreó automáticamente el analizador de redes eléctricas, las lecturas mostraron lo siguiente:

1. Se tiene que la demanda se incrementa paulatinamente hasta tener una demanda máxima de 16 KW, éste incremento se presenta en el horario de 9:30 a.m. hasta las 2 p.m., dentro del horario de la tarifa intermedia (6:00 – 20:00 y 22:00 – 24:00). Después la demanda disminuye a 11 KW.
2. A partir de las 4 p.m. hasta las 6:30 p.m. la demanda disminuye hasta 3 KW, dentro del horario de la tarifa intermedia (6:00 – 20:00 y 22:00-24:00).
3. Posteriormente de 6:30 a las 8:00 p.m. se incrementa hasta 6 KW, esta demanda entra en la tarifa de punta (20:00 – 22:00). La demanda de 6 KW se mantiene toda la noche por la iluminación que se deja encendida por concepto de vigilancia, aquí la medición se divide entre la tarifa base (0:00 – 6:00) y la tarifa intermedia (6:00 – 20:00 y 22:00 – 24:00).

Estas lecturas fueron tomadas contemplando que además del equipo de iluminación, también operan los sistemas de cómputo y otros aparatos electrónicos.

### **7.1. - ANÁLISIS DEL CENSO DE ALUMBRADO.**

Del formato "E I" (ver anexo "A", donde se muestra el formato del equipo de iluminación con la información recopilada en el censo de cada laboratorio) tomaremos los datos del número de lámparas por laboratorio, potencia de cada lámpara, y el tiempo de operación durante el día, con estos datos podremos saber la cantidad de energía que se está consumiendo en cada zona en diferentes periodos de tiempo. Para hacer éste cálculo se multiplican el número de lámparas

por la potencia nominal de ellas, después el resultado se multiplica por el número de horas que operan al día, esta operación se ejemplifica de la siguiente forma:

$$\text{Energía consumida} = (\text{No. de lámparas}) \times (\text{Potencia}) \times (\text{Horas}) \dots\dots\dots (1)$$

Posteriormente, para conocer el consumo por semana el resultado de la ecuación anterior se deberá de multiplicar por 5, que corresponde el número de días de lunes a viernes, en caso de que se laboren los fines de semana se sumará lo correspondiente al sábado y al domingo:

$$\text{Consumo semanal} = (\text{Energía consumida}) \times (5) + (\text{sáb.}) + (\text{dom.}) \dots\dots\dots (2)$$

El consumo mensual se conocerá al multiplicar el consumo semanal por 4.34, que es el promedio de semanas que componen a un mes:

$$\text{Consumo mensual} = (\text{consumo semanal}) \times (4.34) \dots\dots\dots (3)$$

Finalmente para calcular el consumo anual se multiplica el consumo mensual por 12 que es el número de meses que componen un año:

$$\text{Consumo anual} = (\text{consumo mensual}) \times (12) \dots\dots\dots (4)$$

El total de la energía consumida por el sistema de iluminación del Centro Tecnológico, se obtiene sumando el consumo por cada laboratorio y área registrada (el consumo por laboratorio se muestra en la memoria de cálculo en el anexo "C"), la carga por tipo de lámpara y por nivel se muestra en la tabla 7.1.1.

Tabla 7.1.1. Relación de carga demandada por cada tipo de lámpara y el total.

Nivel	Lámpara Fluorescente de 1 x 75 w	Lámpara Fluorescente de 2 x 32 w	Lámpara Fluorescente de 1 x 32 w	Lámpara CFL De 13 w	Costo Total
Planta Baja	4251.96 w	1007.11 w	457.20 w	306.00 w	6022.27 w
Piso 1	5433.06 w		266.70 w	306.00 w	6005.76 w
Piso 2	3700.78 w	387.35 w	419.10 w	340.00 w	4847.23 w
Carga total por iluminación interior					16875.26 w

El total del consumo por periodos de tiempo se muestra en la tabla 7.1.2.

Tabla 7.1.2. Consumo de energía del C.T.A.

Consumo total de energía por iluminación interior				
EDIFICIO	Consumo por día KW/h	Consumo por semana KW/h	Consumo por mes KW/h	Consumo por año KW/h
C. T. A.	109.803	563.708	225.91	2701 .892

## 7.2. - ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN.

Para evaluar el consumo de energía eléctrica y el costo, se solicitó una copia de la facturación eléctrica de la escuela. Las facturas muestran el consumo general en la E.N.E.P. Aragón. En la tabla 7.2.1. se muestra el consumo de energía eléctrica en un periodo de un año y costos:

Tabla 7.2.1. Facturación Eléctrica. Energía de Base, Intermedia y de Punta.

Periodo	E. Base KW/h	Importe \$	E. Inter. KW/h	Importe \$	E. Punt. KW/h	Importe \$	Factura \$
Feb.	43957.0	13476.1	127875	46938.1	43957.0	50428.5	636376.0
Mar.	48000.0	16792.9	130000	64477.5	44000.0	57613.1	594027.0
Abr.	25457.0	6817.8	64522	20689.4	16021.0	16051.1	239919.0
My.	42000.0	14473.2	122000	50359.1	16000.0	20634.1	138561.0
Jun.	40000.0	9579.2	96000	27525.4	14000.0	12546.0	8076.0
Jul.	48569.0	16686.8	155046	63778.8	18680.0	24016.1	498199.0
Ag.	27431.0	9575.9	66954	27984.7	7320.0	9562.3	603369.0
Sep.	24828.0	7249.9	62069	21700.4	22759.0	24868.7	636376.0
Oct.	50000.0	13233.1	128000	40560.8	50000.0	49518.9	126646.0
Nov.	46000.0	15955.2	124000	51495.6	44000.0	57109.6	379527.0
Dic.	48000.0	13031.9	88000	28605.8	30000.0	30479.1	156873.0
Ene.	60344.0	21763.8	123562	53375.3	40230.0	54302.4	476472.0

Los datos de la demanda facturable se presentan en la tabla 7.2.2.

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN



Tabla 7.2.2. Facturación Eléctrica. Demanda Facturable, de Base, Intermedia y de Punta.

Periodo	D.F. KW	Importe \$	D. Base kw/h	D. Intermedia kw/h	D. Punta kw/h
Feb.	626.00	37934.8	270	312	626
Mar.	718.00	49878.7	286	608	718
Abr.	702.00	34643.1	260	648	702
My.	594.00	37985.1	250	250	594
Jun.	489.00	22375.7	234	500	484
Jul.	681.00	44856.4	308	696	674
Ag.	681.00	45627.7	308	696	674
Sep.	351.00	20285.2	130	324	351
Oct.	718.00	41289.7	252	696	718
Nov.	760.00	50482.5	260	694	760
Dic.	660.00	37789.4	256	570	660
Ene.	688.00	46170.7	260	624	688

Con los datos de facturación, es evidente que el consumo de energía eléctrica varía por mes; para tener una idea general sobre la inversión de capital en la energía se obtendrá un promedio mensual de lo registrado en la demanda media, intermedia, de punta y demanda facturable, así como del importe por cada uno de estos conceptos.

Tabla 7.2.3. Promedio mensual de los consumos y costos de la energía eléctrica.

D.F. KW	Importe \$	E. Base KW/h	Importe \$	E. Inter KW/h	Importe \$	E.Punta KW/h	Importe \$	Factura \$
639	39109.68	42048.83	13219.65	107335.66	40624.30	28913.19	33927.50	374534.75

El siguiente análisis que se efectuará será el de los niveles de iluminación, así sabremos cuales áreas de trabajo o de uso común mantienen un nivel de iluminación adecuada, en los cuales se puede disminuir el uso de la iluminación eléctrica haciendo empleo de la luz diurna.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

De los datos de los niveles de iluminación por laboratorio (capítulo 6) podemos observar, según los valores de niveles de iluminación recomendados en literatura (niveles de iluminación anexo "D"), que:

- ❖ Los laboratorios de CNC, Materiales, Electrónica, CAD/CAM, Cómputo, Comunicaciones, mantienen un nivel óptimo cercano a los 500 luxes recomendados por la UNAM con el empleo de la iluminación o sin ella y aprovechando la luz de día y por la noche.
- ❖ Las oficinas o cubículos de los profesores, en los laboratorios de Ingeniería Industrial, Electrónica, Comunicaciones, Oficina de la Administración y Dirección, mantienen un nivel por encima de los 200 luxes recomendados por la UNAM con el empleo de la iluminación o sin ella y aprovechando la luz de día y por la noche.
- ❖ Las áreas de uso común como son las escaleras, pasillos y bodegas, mantienen un nivel elevado a los 150 luxes recomendados por la UNAM con el empleo de la iluminación o sin ella y aprovechando la luz de día o por la noche.

### 7.3. - DENSIDAD DE POTENCIA.

Del análisis de la densidad de potencia dispuesta por la Norma Oficial Mexicana NOM – 007 – ENER – 1995, Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales (Anexo "D"). En la que se determina la eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA), con la cual deben de cumplir los sistemas de alumbrado. En esta norma se especifica que en las oficinas y escuelas el alumbrado interior en cada área no debe de exceder los 16 w/m<sup>2</sup>. Cumpliendo con la norma, todas las áreas del Centro Tecnológico tienen una densidad de potencia eléctrica en alumbrado entre un valor mínimo de **3.92 w/m<sup>2</sup>**, que es lo que se tiene en los pasillos y escaleras, hasta un valor máximo de **15.92 w/m<sup>2</sup>**, que es lo que se tiene en el Laboratorio de Materiales y en los cubículos de los laboratorios de Electrónica y Comunicaciones.

## 7.4. – PROPUESTA DEL PROYECTO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA.

### 7.4.1. – Sugerencias.

Para lograr una mayor eficiencia en el uso de la iluminación se proponen los siguientes ajustes:

- ❖ En los pasillos se sugiere se instale una fotocelda que controle el encendido y apagado según se requiera de la iluminación, también se recomienda se les instale un apagador sencillo que anule el control de la fotocelda para apagar la iluminación en el horario en que no hay labores y los fines de semana.
- ❖ En los laboratorios de Electrónica y Comunicaciones se recomienda que sean instalados apagadores sencillos para controlar de forma independiente del equipo de iluminación, en ambas partes de los laboratorios y que no sean controlados por los breakers en la caja de control eléctrica.
- ❖ En el cuarto de control del laboratorio de Electrónica se recomienda que se instale un apagador sencillo para controlar el equipo de iluminación de esa área.
- ❖ En los laboratorios de Cómputo, Ambiental, Mecánica de Materiales, laboratorio de Materiales y Bioingeniería se recomienda que se haga un seccionamiento de los apagadores con las lámparas para mejorar la distribución del encendido y el apagado del equipo de iluminación.
- ❖ En los laboratorios de Manufactura, C.N.C., C.A.D./C.A.M. se recomienda se les instale apagadores para el control de sus sistemas de iluminación.
- ❖ El aporte de luz diurna es óptima en la iluminación de los laboratorios, por lo que se recomienda que se empleen las persianas para permitir el paso de la luz de día y se pueda direccionar el reflejo y evitar deslumbramiento.

### 7.4.2. - Tareas de corrección.

Del análisis de los consumos, se determinó que son cinco las áreas en donde se hace un uso irracional de la energía eléctrica. Para corregir éste consumo se propone:

- ❖ Se instalen apagadores en las áreas en las que haga falta.
- ❖ Se dividan correctamente los circuitos y se corrija la distribución de las lámparas por apagador.
- ❖ Se instalen fotoceldas y apagadores en los pasillos para el control de la iluminación.

Para el desarrollo de este programa se requiere de material eléctrico el cual consiste en alambre, apagadores y fotoceldas. El costo de la mano de obra del proyecto para realizar los cambios en el sistema de iluminación en el Centro Tecnológico es de \$2000.00, ésta cotización se obtuvo al consultar a tres técnicos electricistas y de evaluar el presupuesto de cada uno. En la tabla 7.4.2.1. se presenta una lista de los materiales, la cantidad requerida y sus precios unitarios:

Tabla 7.4.2.1. Precios unitarios y costo del material eléctrico.

Material	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Total \$
Apagador sencillo	-----	\$ 6.50	8	\$ 52.00
Fotocelda	-----	\$ 85.00	50	\$ 425.00
Alambre	# 10	\$ 3.50	5	\$ 175.00
<b>Costo total del material</b>				<b>\$ 652.00</b>
<b>Costo por mano de obra</b>				<b>\$ 2000.00</b>
<b>Costo total del proyecto</b>				<b>\$ 2652.00</b>

### 7.4.3. - Análisis del consumo de energía de Base, Intermedia y de Punta.

Para evaluar cual será el ahorro de energía y el ahorro económico, se escogerán las áreas en las que se tiene un mayor consumo de energía y se considera que se

TESIS  
FALLA DE ORIGEN

utiliza de forma irracional y se puede lograr un ahorro significativo. Dentro del Centro Tecnológico las áreas que tienen un mayor consumo de energía son:

- ❖ Pasillo (P B) con 223110.72 W/h..... 223.111 KW/h
- ❖ Lab. Electrónica (P 1) con 223117.664 W/h..... 223.118 KW/h
- ❖ Lab. Electrónica, cuarto de control (P 1) con 27283.40 W/h.... 27.283 KW/h
- ❖ Lab. Comunicaciones (P 2) con 223177.664 W/h..... 223.118 KW/h
- ❖ Lab. Computación (P 2) con 375904.76 w/h..... 375.905 KW/h

Para cada una de las áreas anteriores se hará una estimación del número de horas que el equipo de iluminación dejará de operar, con las horas de operación resultantes se calculará el consumo que tendrán y se le restará al consumo anterior, obteniendo el ahorro en energía (memoria de cálculo, anexo "C"). La estimación se presenta en la tabla 7.4.3.1.

Tabla 7.4.3.1. Comparación entre el consumo de energía actual y el estimado.

Área	Consumo presente KW/h	Estimación KW/h	Ahorro KW/h
Pasillo (P B)	223.111	19.921	203.190
Lab. Electrónica (P1)	223.118	81.134	141.984
Lab. Electrónica. C.C. (P1)	27.283	9.921	17.362
Lab. Comunicaciones(P2)	223.118	81.134	141.984
Lab. Computación (P2)	375.905	136.693	239.212
<b>Subtotal</b>	<b>1072.636</b>	<b>328.803</b>	-----
<b>Total de energía ahorrada</b>			<b>743.732 KW/h</b>

La energía consumida se mide en diferentes periodos; energía base, energía intermedia y energía de punta, al igual que la demanda facturable, la demanda base, demanda intermedia y demanda de punta. Para calcular el ahorro de energía en cada uno de éstos periodos y el costo, se determinó en que horario se encuentran en funcionamiento los equipos de iluminación y el número de horas de operación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- De las áreas de mayor consumo tenemos que el pasillo de la planta baja mantiene su sistema de iluminación durante 24 horas 7 días a la semana, por lo tanto se mantiene dentro de la demanda de energía base (0:00 – 6:00), intermedia (6:00 – 20:00 y 22:00 – 24:00) y de punta (20:00 – 22:00). El consumo en cada uno de los periodos se muestra en la tabla 7.4.3.2.

Tabla 7.4.3.2. Consumo de energía en los tres periodos de medición del Pasillo (P B)

Día	E. Base W/h	E. Intermedia W/h	E. Punta W/h
Lun. – Vie.	39841.20	106243.20	13280.40
Sábado	9296.28	22576.68	-----
Domingo	25232.76	6640.20	-----
<b>Total</b>	<b>74370.24</b>	<b>135460.08</b>	<b>13280.40</b>

- De los laboratorios de Electrónica, cuarto de control, Comunicaciones y Cómputo, se determinó que el horario en que se emplea la iluminación en estos laboratorios comprende únicamente el horario de medición de la demanda intermedia (6:00 – 20:00 y 22:00 – 24:00). Entonces el total de la energía en el periodo base, intermedio y de punta por los laboratorios se muestra en la tabla 7.4.3.3.

Tabla 7.4.3.3. Consumo total de energía en los periodos de Base, Intermedio y de Punta.

Área	E. Base KW/h	E. Intermedia KW/h	E. Punta KW/h
Pasillo (P B)	74.370	135.460	13.280
Lab. Electrónica (P 1)	-----	223.118	-----
Lab. Elect. c.c. (P 1)	-----	27.283	-----
Lab. Comunicaciones	-----	223.118	-----
Lab. Computo (P 2)	-----	375.905	-----
<b>Total</b>	<b>74.370</b>	<b>984.884</b>	<b>13.280</b>

El ahorro de energía en cada periodo se obtiene restando el consumo actual con el consumo estimado, al multiplicarse el ahorro por la tarifa correspondiente a

cada periodo (tarifa eléctrica HM; C.F.E., anexo "D") se obtiene la cantidad de capital que se ahorrará:

- > Energía base: la energía ahorrada en este periodo es de **74.37 KW/h**. El ahorro de capital es de **\$ 23.95**.
- > Energía intermedia: la energía ahorrada en este periodo es de **656.08 KW/h**. El ahorro de capital es de **\$ 252.98**.
- > Energía de punta: la energía ahorrada en este periodo es de **13.280 KW/h**. El ahorro de capital es de **\$ 16.00**.
- > Por tanto la energía total ahorrada es de **743.73 KW/h** y el capital ahorrado en el consumo de energía es de **\$291.74**.

#### 7.4.4. – Análisis de la Demanda Facturable.

Para conocer cual será el ahorro dentro de la demanda facturable se determinó la potencia que demanda el equipo de iluminación de cada laboratorio; tabla 7.4.4.1.

Tabla 7. 4. 4. 1. Potencia demandada por la iluminación por laboratorio.

Área	Potencia demandada KW
Pasillo (P B)	0.306
Lab. Electrónica (P 1)	0.935
Lab. Electrónica. c.c. (P 1)	0.114
Lab. Comunicaciones (P 2)	0.935
Lab. Computo (P 2)	1.535
<b>Total</b>	<b>3.825 KW</b>

El pasillo de la planta baja emplea esta potencia durante los tres periodos de medición, el resto de los laboratorios sólo se les aplica dentro de la demanda intermedia, entonces de la tabla 7.1.1 se resta la potencia consumida en cada periodo menos la potencia demandada por los laboratorios, obteniéndose el siguiente resultado:

- > Demanda base: **255.861 KW**

- Demanda intermedia: **572.675 KW**
- Demanda de punta: **637.111 KW**

Entonces se puede calcular cual será la demanda facturable con la siguiente ecuación (Cálculo de la Demanda Facturable, C.F.E., anexo "D"):

$$DF + 0.3 \times \max(DI - DP) + 0.15 \times \max(DB - DPI)$$

- Donde tenemos que la demanda facturable será de: **570 KW**
- El costo por demanda facturable será de: **\$ 36366.00**
- El ahorro en KW será de: **69 KW**
- El ahorro de dinero será de: **\$ 2743.68**

#### 7.4.5. - Bonificación por el alto Factor de Potencia.

El último rubro para analizar es el Factor de Potencia (FP), en la tabla 7.4.5.1. se muestra el FP medido en cada mes y su bonificación correspondiente:

Tabla 7.4.5.1. Bonificación por alto Factor de Potencia.

Periodo	F.P. %	Bonificación \$
Febrero	99.29	3421.90
Marzo	99.67	4290.30
Abril	99.99	1955.15
Mayo	99.50	2962.85
Junio	99.99	1800.65
Julio	98.45	3136.10
Agosto	95.25	1298.50
Septiembre	99.96	1852.55
Octubre	99.96	3615.05
Noviembre	98.29	3675.90
Diciembre	99.97	2747.65
Enero	98.65	3863.45
<b>Promedio Mensual</b>	<b>99.08</b>	<b>2885.00</b>



El factor de potencia se mantiene por encima del **99.00 %**, por lo que se puede esperar que la bonificación se mantenga aproximada al promedio mensual de **\$2885.00**.

## **7.5. – ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Por último se realizará un análisis de los beneficios económicos que ofrece el proyecto. Se hará un análisis con el método del cálculo de costo anual, de la tasa interna de retorno y del periodo de recuperación.

Tenemos que el costo mensual y el anual total por el consumo de energía actual por los laboratorios analizados son:

- > Costo por consumo de energía = **\$ 418.52**
- > Costo por demanda facturable = **\$ 40768.20**
- > Costo anual = **\$ 494240.59**

El costo mensual y anual total de la estimación del consumo de energía es:

- > Costo por consumo de energía = **\$ 291.74**
- > Costo por demanda facturable = **\$ 36366.00**
- > Costo anual = **\$ 439892.85**

Entonces el ahorro económico que se tiene al año es de **\$ 54347.74**, y el costo del proyecto es de **\$ 2652.00**

Para el cálculo del costo anual utilizaremos dos tasas de interés del 6% y del 10%. El primer porcentaje es el utilizado por la CFE para evaluar sus proyectos, el segundo porcentaje es utilizado por una tasa promedio de interés bancario.

- > Para el costo anual calculado con el 6% tenemos que el costo será de:  
**\$ 692.58**

➤ Para el costo anual calculado con el 10% tenemos que el costo será de:

**\$ 699.54**

En el cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), el resultado obtenido muestra una tasa de rendimiento anual del **2679.40 %**, éste porcentaje pudiese parecer irreal por lo elevado, pero si se considera que el ahorro de capital de forma anual es de **\$ 71059.44**, contra **\$ 2652.00** que cuesta el proyecto, tenemos una relación de veintiséis pesos ahorrados a uno gastado, esto quiere decir que se ahorra más capital de lo que se invierte en el proyecto y que el periodo de recuperación será a corto plazo.

Si se hacen las correcciones que el proyecto propone se tendrá un ahorro de **\$71059.44**, al hacer la comparación con el costo del proyecto la inversión se recuperaría en **0.037 años**. Se puede asegurar que la inversión se recuperará en el primer mes de ahorro después de implantado el programa de ahorro de energía. Con la implantación del proyecto y las medidas técnicas propuestas se estará ahorrando el **1.58 %** de la facturación total mensual. Éste porcentaje es relativamente bajo tomando en cuenta que la facturación es sobre el consumo de energía eléctrica de la E.N.E.P. Aragón.

## **7.6. – RESUMEN DE RESULTADOS.**

### **7.6.1. – Reporte del inmueble e índices energéticos.**

Las actividades realizadas dentro del diagnóstico energético mostraron resultados positivos en la recopilación de la información, cooperación por parte del personal y en el análisis de la información.

En la recopilación de la información se logró obtener la facturación eléctrica de la E.N.E.P. Aragón, se realizó un censo de los sistemas de iluminación y se identificó el tipo de lámparas empleadas por el C.T.A., al igual se identificaron todas las

áreas de trabajo y de uso común, toda la información acerca del inmueble se presenta en la tabla 7.6.1.1. que concentra los datos básicos del edificio.

Tabla 7.6.1.1. Resumen de las Características del Inmueble

<b>DATOS DEL INMUEBLE</b>			
<b>Empresa o Institución:</b> <i>Universidad Nacional Autónoma de México. ENEP Aragón. Centro Tecnológico Aragón</i>			
<b>Dirección:</b> <i>Av. Rancho Seco s/n, Colonia Impulsora, Ciudad Nezahualcóyotl. C.P. 057130. Estado de México.</i>			
<b>Razón del Inmueble:</b> <i>Laboratorios y Oficinas</i>			
<b>Descripción del inmueble</b>			
<b>Niveles</b>	<b>Área</b>	<b>Carga conectada por Iluminación</b>	<b>Carga Total por Iluminación</b>
Planta Baja	987.64 m <sup>2</sup>	6022.27 W	<b>16875.26 W</b>
Piso 1	501.84 m <sup>2</sup>	6005.76 W	
Piso 2	499.83 m <sup>2</sup>	4847.23 w	

Las lámparas empleadas en el C.T.A. son lámparas ahorradoras de energía, lo que constituye una ventaja al no tener que recomendar que se sustituyan los equipos de iluminación.

Tabla 7.6.1.2. Tipo de lámparas empleadas.

<b>Tipo de Lámpara</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Demanda</b>
Lámpara Fluorescente 1x 75 W	170	13385.80 W
Lámpara Fluorescente 2 x 32 W	18	1394.46 W
Lámpara Fluorescente 1 x 32 W	30	1143.00 W
Lámpara Compacta Fluorescente 13 W	56	952.00 W

Con el empleo de los instrumentos de medición se conoció el estado de la demanda de energía y la eficiencia que se tiene en la recepción y distribución de

la energía eléctrica dentro del edificio. En la tabla 7.6.1.3. se presenta en forma ordenada la información recabada sobre los parámetros eléctricos del inmueble.

Tabla 7.6.1.3. Resumen del consumo de energía y costos.

<b>Datos eléctricos (resultados)</b>			
Tarifa Eléctrica	H M		
Capacidad Subestación	300 KVA		
Demanda máxima	16.680 KW		
Voltaje tot.	219.557 V	Con una variación de $\pm 2$ V	
Corriente tot.	40.393 Amp		
Corriente en líneas A,B y C	IA = 61.743 Amp	IB = 44.239 Amp	IC = 28.117 Amp
Factor de Potencia	99.79 %	Medido	
<b>Consumo de energía (facturación)</b>			
Demanda Facturable	639 KW	Demanda promedio mensual	
Energía de base	42048.83 KW/h	Consumo promedio mensual	
Energía Intermedia	107335.66 KW/h	Consumo promedio mensual	
Energía de punta	28913.19 KW/h	Consumo promedio mensual	
<b>Consumo de energía por iluminación</b>			
Consumo del C.T.A.	225.91 KW/h	Promedio mensual	
<b>Densidad de potencia eléctrica por área</b>			
Densidad de potencia	De 3.92 a 15.92 W/m <sup>2</sup>	Sin superar los 16 W/m <sup>2</sup> permitidos	
<b>Facturación</b>			
Demanda Facturable	\$ 39109.68	Promedio mensual	
Energía de base	\$ 13219.65	Promedio mensual	
Energía Intermedia	\$ 40624.30	Promedio mensual	
Energía de punta	\$ 33927.50	Promedio mensual	
Bonificación por Alto F.P.	\$ 2885.00	Promedio mensual	

### 7.6.2. - Reporte de ahorros de energía.

Las mejoras en la eficiencia en la iluminación de algunos laboratorios propuestas por el proyecto, muestran un doble beneficio; primero el ahorro de energía, lo que se traduce en dejar de consumir energía eléctrica; segundo se tendrá un ahorro de

capital al bajar el consumo de la energía y se invertirá el ahorro en mejorar los sistemas de control de la iluminación eléctrica. Estos beneficios se exponen de forma conjunta en la tabla 7.6.2.1.

Tabla 7 6 2.1. Resumen de ahorro de energía y capital.

<b>Estimación de ahorro de energía en iluminación interior</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Reducción</b>	<b>Ahorro</b>
Demanda Facturable	De 639 a 570 KW	69 KW al mes
Energía de Base	De 74.37 a 0 KW/h	74.37 KW/h al mes
Energía intermedia	De 984.884 a 328.802 KW/h	656.08 KW/h al mes
Energía de punta	De 13.28 a 0 KW/h	13.28 KW/h al mes
<b>Ahorro de capital en iluminación interior</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Ahorro de Capital Mésula</b>	
Demanda Facturable	Ahorro de \$ 2743.68	
Energía de Base	Ahorro de \$ 23.95	
Energía intermedia	Ahorro de \$ 252.98	
Energía de punta	Ahorro de \$ 16.00	
Bonificación por Alto F.P.	Ahorro de \$ 2885 .00	
	<b>Ahorro total de \$ 5921.62</b>	
	<b>El ahorro total anual es de \$ 71059.44</b>	

**8**

## **CONCLUSIONES**

En este trabajo se presentan de forma clara los conceptos y aspectos técnicos que implican un diagnóstico energético, se hace una selección de los mejores aspectos en las metodologías empleadas por otras organizaciones y se adecuaron los pasos y técnicas para desarrollar un plan para la administración energética según las necesidades y capacidad del Laboratorio de Diagnóstico Energético, así mismo se ejemplifica la forma en que se debe de llevar a cabo las distintas fases que conforman a un diagnóstico energético.

La metodología propuesta permitió que se realizara un diagnóstico energético dentro del Centro Tecnológico Aragón pudiendo efectuar cada fase sin alterar o interrumpir las labores que se desarrollan en los laboratorios. Se identificaron los diferentes tipos de equipos de iluminación operantes y la cantidad por cada clase, se detectaron las áreas en las que existe un uso irracional de la energía eléctrica o que tienen una ineficiencia en el control de sus equipos de iluminación, se comprobó que la eficiencia energética de los laboratorios cumpliera con la norma NOM - 007 - ENER - 1997,5, densidad de potencia eléctrica por área (DPEA), obteniendo un resultado positivo al estar por debajo de los 16 W/m<sup>2</sup> permitidos por la norma.

El equipo de medición permitió que se supervisaran periódicamente los parámetros eléctricos y de iluminación requeridos para hacer la evaluación del estado energético del Centro Tecnológico Aragón. Se elaboró un proyecto donde se revisaron los planos de la instalación eléctrica del sistema de iluminación para planear y sugerir los cambios en aquellos laboratorios en los que se puede mejorar su eficiencia en el control de sus sistemas de iluminación, se propone el empleo de controladores automáticos (fotoceldas) en los pasillos del inmueble, se sugiere que haya una reducción en el número de horas en que se emplea la iluminación eléctrica en los laboratorios con mayor índice de consumo. Las medidas técnicas propuestas logran reducir el consumo de energía lo que se traduce en un beneficio económico.

La evaluación económica determina que los beneficios económicos superan a la inversión esto es por el ahorro anual de \$71059.44 y al costo bajo del proyecto que es de \$2652.00, este beneficio se puede lograr en caso de llevarse a cabo los cambios y mejoras que el proyecto propone. El tiempo de recuperación de la inversión es inmediata al primer mes después de hacer las correcciones técnicas.

La experiencia y los resultados obtenidos del diagnóstico energético efectuado en el Centro Tecnológico Aragón, demuestran la viabilidad de la metodología propuesta en este trabajo, no exenta de dificultades, pero los resultados demuestran que se puede adoptar para realizar proyectos en otras instituciones proporcionando múltiples beneficios para la sociedad.

El uso racional de la energía depende de hacer un esfuerzo en la planificación del uso de la misma y de crear conciencia entre los usuarios. La administración de la energía requiere de una organización de todo el personal y el comité encargado de la administración de la energía. Este trabajo en conjunto permite realizar todas las tareas que lleven a conocer el consumo de energía y posteriormente crear las bases para la implantación de programas operativos o de proyectos que mantienen un control sobre el uso de los recursos energéticos en las distintas áreas y procesos en donde se haga empleo de la energía.

El diagnóstico energético es una herramienta útil que facilita reconocer los problemas en el consumo irracional de la energía y darle un seguimiento a través de la implantación de programas de control de la energía para solucionar la problemática. La importancia de que el diagnóstico sea efectuado exitosamente recae en la necesidad de que sea dirigido y efectuado por personal capacitado. En el aspecto financiero el diagnóstico puede ayudar a planificar las operaciones en una empresa y a seleccionar equipo más eficiente, además de que demuestra el estado de consumo de energía.



# 9

## BIBLIOGRAFÍA

- Catálogo de Especificaciones Técnicas. PHILIPS. Información General de Iluminación. 1998.
- Dispositivos y Sistemas para el Ahorro de Energía. Pere Esquerria Pizá. Marcombo, productiva. España. 1988.
- Energy Efficient Design: A guide to energy efficiency and solar application in building design. ECE Energy Series No. 9. United Nations. Neu York. 1991
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). Resultados preliminares obtenidos del archivo del FIDE. Programa 2000. Agosto del 2000.
- Manual para la Administración y Captura de Información Energética. ATPAE. México, D.F., 1994.
- Manual para el Control de Energía en Iluminación. CONAE. México, D.F., 1999.
- Manual del Técnico de Control de Calidad. Gary k. Griffith. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México, 1997.
- NOM -007-ENER-1995, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

**10**

**ANEXOS**

## **1.- ANEXO "A"**

### **I.I.- Formato de Datos Básicos "D B "**

**I.I.I.- Formato de Datos Básicos.  
Concentrado de Información**

### **I.II.- Formato de Equipo de Iluminación "EI"**

**I.II.I.- Formato de Equipo de iluminación.  
Concentrado de Datos**

<b>Centro Tecnológico Aragón</b>				<b>Formato D B</b>	
<b>Laboratorio de Diagnóstico Energético</b>				<b>Fecha:</b>	
<b>Datos Básicos</b>					
Empresa o Institución: _____  Dirección: _____ Calle: _____ Número: _____ Colonia: _____ Ciudad: _____ Estado: _____ Delegación o Municipio: _____ C.P. _____ Teléfono: _____ Fax: _____ E-Mail: _____					
<b>Datos del Edificio</b>					
Estructura	Número de niveles	Área por Nivel (m <sup>2</sup> )	Área por Estructura (m <sup>2</sup> )		
<b>Horario de trabajo</b>					
Turno(s)	Hora de Entrada	Hora de Salida			
<b>Tarifa Eléctrica</b>					
Tipo de Tarifa:		Capacidad de la Subestación (KVA):			

 TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

<b>Centro Tecnológico Aragón</b>		<b>Formato D B</b>			
<b>Laboratorio de Diagnóstico Energético</b>		<b>Fecha:</b>			
<b>Datos Básicos</b>					
Empresa o Institución: <i>Universidad Nacional Autónoma de México. ENEP Aragón. Centro Tecnológico Aragón</i>					
Dirección:					
Calle: <u>AV. Rancho Seco</u>		Número: <u>s/n</u>			
Colonia: <u>Impulsora</u>					
Ciudad: <u>Nezahualcóyotl</u>		Estado: <u>Estado de México</u>			
Delegación o Municipio: <u>Nezahualcóyotl</u>		C.P. <u>057130</u>			
Teléfono: <u>56 23 09 60</u>		Fax: <u>56 23 08 64</u> E-Mail: <u>davfm@hp-720.aragon.unam.mx</u>			
<b>Datos del Edificio</b>					
Estructura	Número de niveles	Área por Nivel (m <sup>2</sup> )	Área por Estructura (m <sup>2</sup> )		
C.T.A.	3				
<b>Horario de trabajo</b>					
Turno(s)	Hora de Entrada	Hora de Salida			
<i>Corrido</i>	<i>8 a.m.</i>	<i>8 p.m.</i>			
<b>Tarifa Eléctrica</b>					
Tipo de Tarifa: <i>HM</i>		Capacidad de la Subestación (KVA): <i>300</i>			

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Centro Tecnológico Aragón

Laboratorio de Diagnóstico Energético

Edificio: C.T.A.		Equipo de Iluminación					Fecha:		Formato E I	
Nivel: P B		Area Total (m <sup>2</sup> ): 987.64		Carga Total Conectada (W): 6022.27						
Zona	Area (m <sup>2</sup> )	Equipo de Iluminación	Pot (W)	No. De Lamparas	Uso Horario hrs/día			Observaciones		
					Lun-Vie	Sab	Dom			
LAB d. i.	69.35	Lamp. Fluorescente 1 x 75 W	78.74	8	8					
LAB d. i.	69.35	Lamp. Fluorescente 2 x 32 W	77.47	3	8					
LAB man	79.39	Lamp. Fluorescente 1 x 75 W	78.74	14	5					
BG	67.82	Lamp. Fluorescente 1 x 75 W	78.74	12	1					
LAB amb 2	69.35	Lamp. Fluorescente 1 x 75 W	78.74	5	6					
LAB amb 2	69.35	Lamp. Fluorescente 1 x 32 W	38.1	4	6					
LAB amb 2	69.35	Lamp. Fluorescente 2 x 32 W	77.47	2	6					
LAB amb 1	65.12	Lamp. Fluorescente 1 x 75 W	78.74	5	12					
LAB amb 1	65.12	Lamp. Fluorescente 1 x 32 W	38.1	5	12					
LAB amb 1	65.12	Lamp. Fluorescente 2 x 32 W	77.47	3	8					
LAB mat	80.0	Lamp. Fluorescente 1 x 75 W	78.74	10	9					
LAB mat	80.0	Lamp. Fluorescente 2 x 32 W	77.47	2	2					
PAS		Lamp. CFL 13 W	17	18	24	24	24			
C.C.	7.82	Lamp. Fluorescente 1 x 32 W	38.1	3	5					

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Centro Tecnológico Aragón

Laboratorio de Diagnóstico Energético

Edificio: C.T.A.		Equipo de Iluminación				Fecha:		Formato E I	
Nivel: P 1		Area Total (m²): 501.84		Carga Total Conectada (W): 6005.76					
Zona	Área (m²)	Equipo de Iluminación	Pot (W)	No. De Luminarias	Uso Horario hrs/día			Observaciones	
					Lun-Vie	Sab	Dom		
LAB i i.	69.35	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	12	4				
LAB cnc	79.39	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	14	2				
LAB cad	67.82	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	12	3				
LAB elec L	38.95	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	4	11				
LAB elec L	38.95	Lamp. Fluorescente 1x32 W	38.1	4	11				
LAB elec R	38.95	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	4	11				
LAB elec R	38.95	Lamp. Fluorescente 1x32 W	38.1	4	11				
OF1 elec	13.22	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	1				
OF2 elec	10.40	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	2				
OF3 elec	10.40	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	4				
OF4 elec	13.22	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	4				
LAB mat	74.32	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	15	7				
PAS		Lamp. CFL 13 W	17	18	3				
C.C.	7.82	Lamp. Fluorescente 1x32 W	38.1	3	11				

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Centro Tecnológico Aragón

Laboratorio de Diagnóstico Energético

Edificio: C.T.A.		Equipo de Iluminación				Fecha:		Formato E1	
Nivel: P 2		Área Total (m <sup>2</sup> ): 499.83		Carga Total Conectada (W): 5477.15					
Zona	Área (m <sup>2</sup> )	Equipo de Iluminación	Pot (W)	No. De Luminarias	Uso Horario hrs/día			Observaciones	
					Lun-Vie	Sab	Dom		
SALA 1 A V	20.38	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	3	1				
SALA 2	20.68	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	3	0				
SALA 3	21.76	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	3	1				
SALA 4	21.76	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	3	4				
LAB comp	111.23	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	20	11				
LAB a.v. L	38.95	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	4	11				
LAB a.v. L	38.95	Lamp. Fluorescente 1x32	38.1	4	11				
LAB a.v. R	38.95	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	4	11				
LAB a.v. R	38.95	Lamp. Fluorescente 1x32	38.1	4	11				
OF1 a.v.	13.22	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	0.5				
OF2 a.v.	10.40	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	0.5				
OF3 a.v.	10.40	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	1				
OF4 a.v.	13.22	Lamp. Fluorescente 1x75 W	78.74	2	1				
LAB b.i.	49.48	Lamp. Fluorescente 1x75W	78.74	7	3				
PAS		Lamp. CFL 13 W	17	14	3				
OFC cord		Lamp. Fluorescente 2x32	77.47	2	2				
RECEPCIÓN		Lamp. Fluorescente 2x32	77.47	1	2				
OFC dir		Lamp. Fluorescente 2x32	77.47	2	11				
Escaleras		Lamp. CFL 13 w	17	6	3				
C.C.	7.82	Lamp. Fluorescente 1x32 W	38.1	3	11				

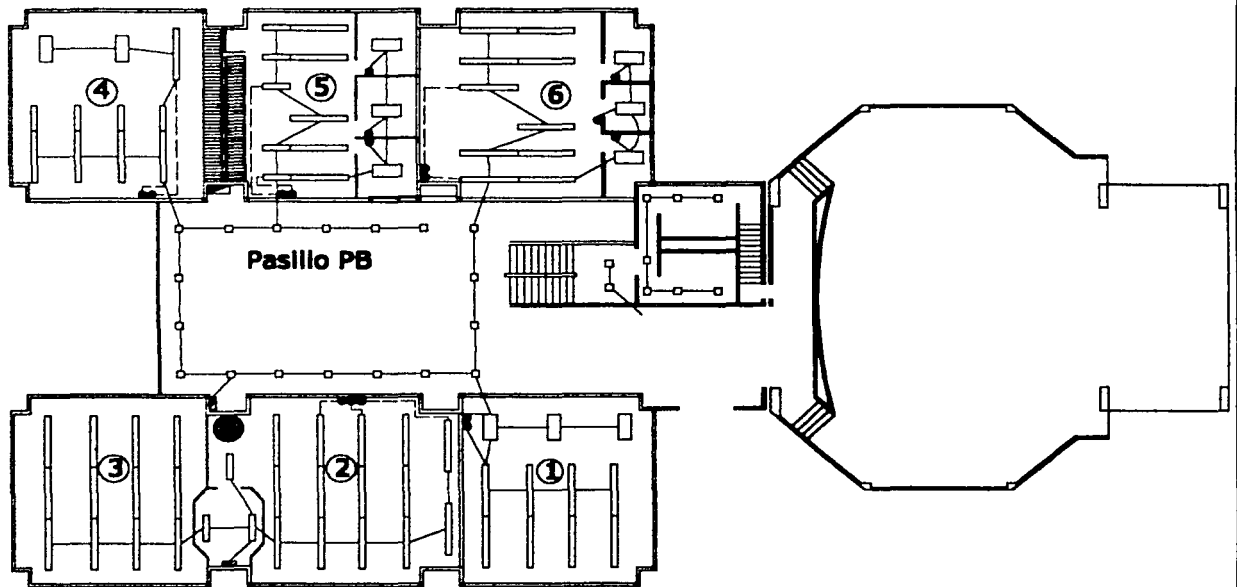
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **II.- ANEXO "B".**

### **II.1.- Planos del Sistema de Iluminación del C.T.A.**

- ① Lab. Diseño Industrial
- ② Lab. Manufactura
- ③ Bodega
- ④ Lab. Ambiental 2
- ⑤ Lab. Ambiental 1
- ⑥ Lab. Mecánica de Materiales

- Lámpara Fluorescente de 1 x 75 W, tipo sobreponer.
- Lámpara Fluorescente de 1 x 32 W, tipo sobreponer.
- Lámpara Fluorescente de 2 x 32 W, tipo sobreponer.
- Lámpara CFL de 13 W, tipo sobreponer.
- Lámpara CFL de 13 W, tipo arbotanta.



- Sistema de Cableado Actual
- - - Correcciones en el Cableado

**E.N.E.P. ARAGON**






**CENTRO TECNOLÓGICO ARAGON**

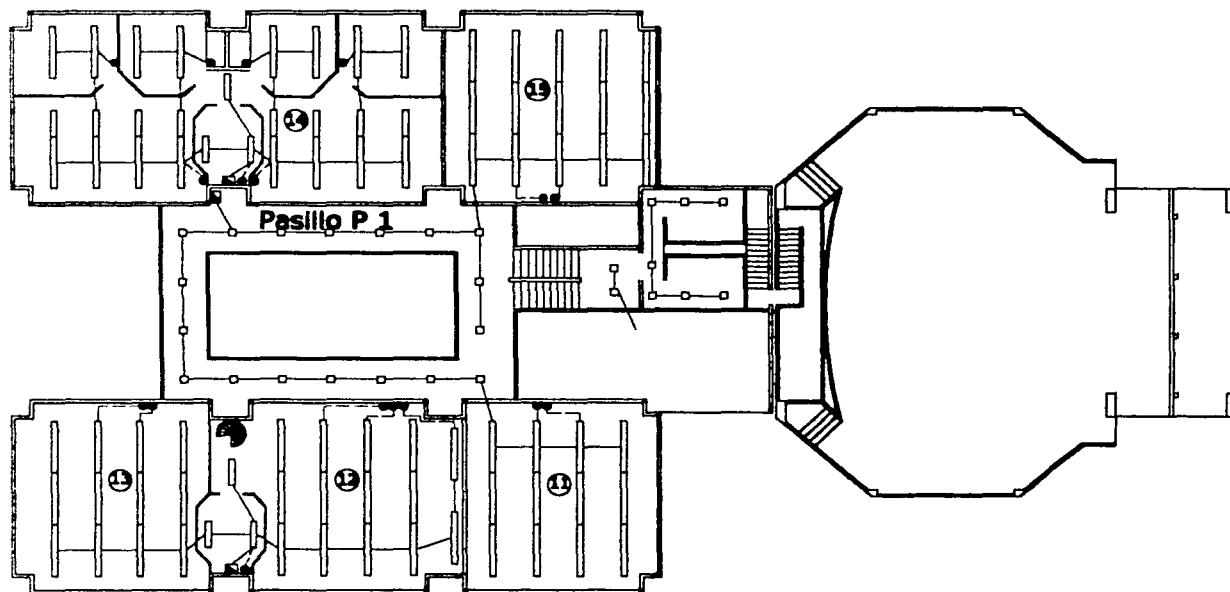
**SISTEMA DE ALUMBRADO**

**PLANTA BAJA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- ⑪ Lab. Ing. Industrial
- ⑫ Lab. CNC
- ⑬ Lab. CAD/CAM
- ⑭ Lab. Electrónica
- ⑮ Lab. Materiales

-  Lámpara Fluorescente de 1 x 75 W, tipo sobreponer.
-  Lámpara Fluorescente de 1 x 32 W, tipo sobreponer.
-  Lámpara Fluorescente de 2 x 32 W, tipo sobreponer.
-  Lámpara CFL de 13 W, tipo sobreponer.
-  Lámpara CFL de 13 W, tipo arbotante.



-  Sistema de Cableado Actual
-  Correcciones en el Cableado

**E.N.E.P. ARAGON**

**CENTRO TECNOLOGICO ARAGON**

**SISTEMA DE ALUMBRADO**

**NIVEL 1**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

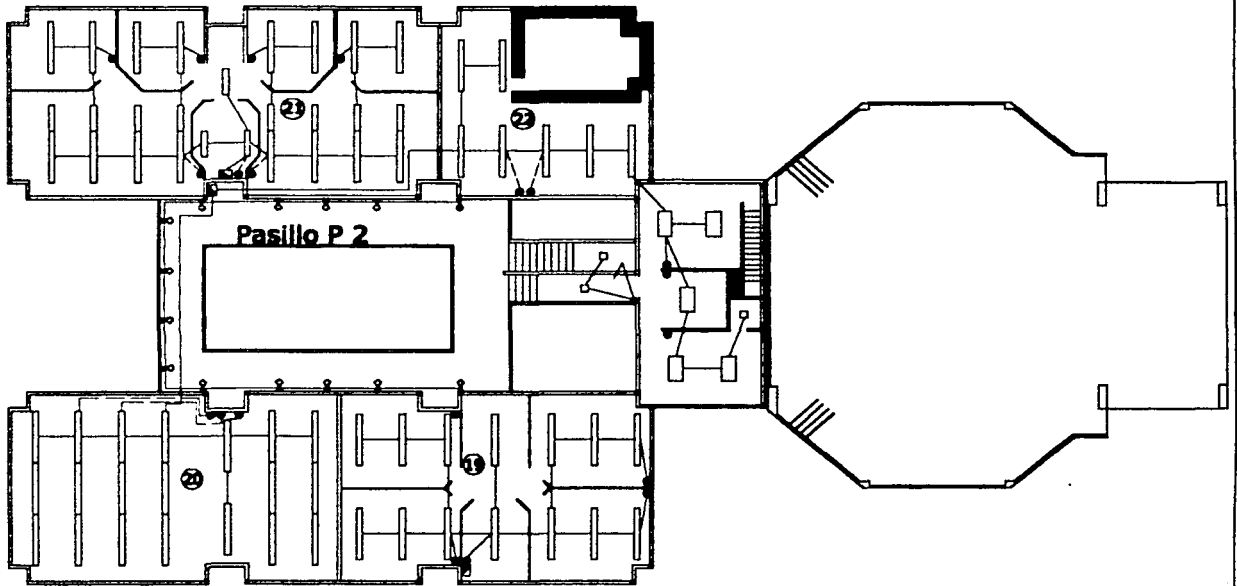
19 Sala de Videoconferencia

20 Lab. Computación

21 Lab. Audio y Video

22 Lab. Bioingeniería

- Lámpara Fluorescente de 1 x 75 W, tipo sobreponer.
- Lámpara Fluorescente de 1 x 32 W, tipo sobreponer.
- Lámpara Fluorescente de 2 x 32 W, tipo sobreponer.
- Lámpara CFL de 13 W, tipo sobreponer.
- ⊗ Lámpara CFL de 13 W, tipo arbotante.



— Sistema de Cableado Actual  
- - - Correcciones en el Cableado

E.N.E.P. ARAGON

CENTRO TECNOLOGICO ARAGON

SISTEMA DE ALUMBRADO

NIVEL 2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **III.- ANEXO "C"**

#### **III.1.- Memoria de Cálculo**

## MEMORIA DE CÁLCULOS

### Potencia consumida por los balastos

- Balastro para lámpara fluorescente de 1 x 32 watts  
Datos:  $V = 127$ ,  $A = 0.30$   
Potencia del balastro =  $(V \times A) - \text{Potencia de la lámpara} = (127 \times 0.30) - 32 =$   
**6.1 watts**
- Balastro para lámpara fluorescente de 2 x 32 watts  
Datos:  $V = 127$ ,  $A = 0.61$   
Potencia del balastro =  $(V \times A) - \text{Potencia de la lámpara} = (127 \times 0.61) - 64 =$   
**13.47 watts**
- Balastro para lámpara fluorescente de 1 x 75 watts  
Datos:  $V = 127$ ,  $A = 0.62$   
Potencia del balastro =  $(V \times A) - \text{Potencia de la lámpara} = (127 \times 0.62) - 32 =$   
**3.74 watts**

Entonces la potencia total consumida por cada lámpara es de:

- Lámpara Fluorescente de 1x 32 w su potencia total junto con su balastro es de **38.10 w.**
- Lámpara Fluorescente de 2 x 32 w su potencia total junto con su balastro es de **77.47w.**
- Lámpara Fluorescente de 1 x 75 w su potencia total junto con su balastro es de **78.74 w.**

### Cálculo de la energía consumida por cada área

#### Planta Baja

- Lab. Diseño Industrial  
8 lámparas de 1 x 75 watts ( $w_{tot} = 78.74$ )  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  8 hrs.  
Energía consumida al día  $\Rightarrow (8) (78.74) (8) = 5039.36$  w/h

3 lámparas de 2 x 32 watts ( $w_{tot} = 77.47$ )  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  8 hrs.  
Energía consumida al día  $\Rightarrow (8) (77.47) (8) = 4958.08$  w/h

Energía total consumida al día =  $(5039.36 + 4958.08) = 9997.44$  w/h  
Energía total consumida a la semana =  $(5) (9997.4) = 49987.20$  w/h  
Energía total consumida al mes =  $(4.34) (49987.20) = 21644.448$  w/h



➤ Lab. Mecánica

10 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 9 hrs.

Energía consumida al día => ( 10 ) ( 78.74 ) ( 9 ) = 7086.60 w/h

2 lámparas de 2 x 32 watts (wtot = 77.47)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 2 hrs.

Energía consumida al día => ( 2 ) ( 77.47 ) ( 2 ) = 309.88 w/h

Energía total consumida al día = ( 7086.60+309.88 ) = 7396.48 w/h

Energía total consumida a la semana = ( 5 ) ( 7396.48 ) = 36982.40 w/h

Energía total consumida al mes = ( 4.34 ) ( 36982.40 ) = **160503.616 w/h**

➤ Lab. Ambiental 1

5 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 12 hrs

Energía consumida al día => ( 5 ) ( 78.74 ) ( 12 ) = 4724.4 w/h

5 lámparas de 1 x 32 watts (wtot = 38.1)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 12 hrs

Energía consumida al día => ( 5 ) ( 38.1 ) ( 12 ) = 2283.00 w/h

3 lámparas de 2 x 32 watts (wtot = 77.47)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 3 hrs

Energía consumida al día = ( 3 ) ( 77.47 ) ( 3 ) = 697.23 w/h

Energía total consumida al día = (4724.4+2283.0+697.23)= 7704.63 w/h

Energía total consumida a la semana = ( 5 ) ( 7704.63 ) = 38523.15 w/h

Energía total consumida al mes = ( 4.34 ) ( 38523.15 ) = **167190.471 w/h**

➤ Lab. Ambiental 2

5 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 6 hrs

Energía consumida al día = ( 5 ) ( 78.74 ) ( 6 ) = 2362.20 w/h

4 lámparas de 1 x 32 watts (wtot = 38.1)

tiempo de duración diaria de lun. - vie. => 6 hrs

Energía consumida al día = ( 4 ) ( 38.1 ) ( 6 ) = 914.40 w/h

3 lámparas de 2 x 32 watts (wtot = 77.47)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 6 hrs

Energía consumida al día = ( 3 ) ( 77.47 ) ( 6 ) = 1394.46 w/h

Energía total consumida al día = ( 2362.20+914.40+1394.46 ) = 4671.06 w/h

Energía total consumida a la semana = ( 5 ) ( 4671.06 ) = 23355.30 w/h

Energía total consumida al mes = ( 4.34 ) ( 23355.30 ) = **101362.002 w/h**

➤ Bodega

12 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 1 hr

Energía consumida al día = ( 12 ) ( 78.74 ) ( 1 ) = 944.88 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 944.88 ) = 4724.40 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 4720.40 ) = **20503.896 w/h**

➤ Lab. Manufactura

14 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 5 hrs

Energía consumida al día = ( 14 ) ( 78.74 ) ( 5 ) = 5511.80 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 5511.80 ) = 27559.00w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 27559.00 ) = **119606.06 w/h**

➤ Pasillo P B

18 lámparas CFL de 13 watts (wtot = 17)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 24 hrs

tiempo de operación en sábado => 24 hrs

tiempo de operación en domingo => 24 hrs

Energía consumida al día (lun. - vie.) = ( 18 ) ( 17 ) ( 24 ) = 7344 w/h

Energía consumida en sábado = ( 18 ) ( 17 ) ( 24 ) = 7344 w/h

Energía consumida en domingo = ( 18 ) ( 17 ) ( 24 ) = 7344 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 7344 ) = 36720 w/h

Mas el sábado y el domingo = ( 36720+7344+7344 ) = 51408 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 51408 ) = **223110.72 w/h**

### Piso 1

➤ Lab. Mecánica de Materiales

15 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.47)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 7 hrs

Energía consumida al día = ( 15 ) ( 78.47 ) ( 7 ) = 8267.70 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 8267.70 ) = 41338.50 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 41338.50 ) = **179409.09 w/h**

➤ Lab. Electrónica

8 lámparas de 2 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 11 hrs

Energía consumida al día => ( 8 ) ( 78.74 ) ( 11 ) = 6929.12 w/h

8 lámparas de 1 x 32 watts (wtot = 38.1)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 11 hrs

Energía consumida al día => ( 8 ) ( 38.1 ) ( 11 ) = 3352.80 w/h

Energía total consumida al día  $= (6929.12 + 3352.80) = 10281.92$  w/h  
Energía total consumida a la semana  $= (5) (10281.92) = 51409.60$  w/h  
Energía total consumida al mes  $= (4.34) (51409.60) = 223117.664$  w/h

➤ Lab. Electrónica. oficina 1

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  1 h  
Energía consumida al día  $= (2) (78.74) (1) = 157.48$  w/h

Energía consumida a la semana  $= (5) (157.48) = 787.40$  w/h  
Energía consumida al mes  $= (4.24) (787.40) = 3417.316$  w/h

➤ Lab. Electrónica. oficina 2

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  2 hrs  
Energía consumida al día  $= (2) (78.74) (2) = 314.96$  w/h

Energía consumida a la semana  $\Rightarrow (5) (314.96) = 1574.80$  w/h  
Energía consumida al mes  $\Rightarrow (4.34) (1574.80) = 6834.632$  w/h

➤ Lab. Electrónica. oficina 3

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  4 hrs  
Energía consumida al día  $\Rightarrow (2) (78.74) (4) = 629.92$  w/h

Energía consumida a la semana  $\Rightarrow (5) (629.92) = 3149.60$  w/h  
Energía consumida al mes  $\Rightarrow (4.34) (3149.60) = 13669.264$  w/h

➤ Lab. Electrónica. oficina 4

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  4 hrs  
Energía consumida al día  $\Rightarrow (2) (78.74) (4) = 629.92$  w/h

Energía consumida a la semana  $\Rightarrow (5) (629.92) = 3149.60$  w/h  
Energía consumida al mes  $\Rightarrow (4.34) (3149.60) = 13669.264$  w/h

➤ Lab. Electrónica. Cuarto de control

3 lámparas de 1 x 32 watts (wtot = 38.1)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  11 hrs  
Energía consumida al día  $= (3) (38.1) (11) = 1257.30$  w/h

Energía consumida a la semana  $= (5) (1257.30) = 6286.50$  w/h  
Energía consumida al mes  $= (4.34) (6286.50) = 27283.41$  w/h

➤ Lab. CAD/CAM

12 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie.  $\Rightarrow$  3 hrs  
Energía consumida al día  $= (12) (78.74) (3) = 2834.64$  w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 2834.64 ) = 14173.20 kw/h  
Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 14173.20 ) = **61500.688 w/h**

➤ Lab. CNC

14 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 2 hrs  
Energía consumida al día = ( 14 ) ( 78.74 ) ( 2 ) = 2204.72 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 2204.72 ) = 11023.60 w/h  
Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 11023.60 ) = **47842.424 w/h**

➤ Lab. CNC. Cuarto de control

3 lámparas de 1 x 32 watts (wtot = 38.1)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 2 hrs  
Energía consumida al día = ( 3 ) ( 38.1 ) ( 2 ) = 228.60 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 228.60 ) = 1143.00 w/h  
Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1143.00 ) = **4960.62 w/h**

➤ Lab. Ingeniería Industrial

12 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 4 hrs  
Energía consumida al día = ( 12 ) ( 78.74 ) ( 4 ) = 3779.52 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 3779.52 ) = 18897.60 w/h  
Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 18897.60 ) = **82015.584 w/h**

➤ Pasillo P 1

18 lámparas CFL de 13 watts (wtot = 17)  
tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 3 hrs  
Energía consumida al día = ( 18 ) ( 17 ) ( 3 ) = 918 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 918 ) = 4590 w/h  
Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 4590 ) = **19920.60 w/h**

## Piso 2

➤ Lab. Comunicaciones

8 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
tiempo de operación diaria lun. - vie. => 11 hrs  
Energía consumida al día = ( 8 ) ( 78.74 ) ( 11 ) = 6929.12 w/h

8 lámparas de 1 x 32 watts (wtot = 38.1)  
tiempo de operación diaria lun. - vie. => 11 hrs  
Energía consumida al día = ( 8 ) ( 38.1 ) ( 2 ) = 3352.80 w/h

Energía consumida al día = ( 6929.12+3352.80 ) = 10281.92 w/h  
Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 10281.92 ) = 51409.60 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 51409.60 ) = **223117.664 w/h**

➤ Lab. Comunicaciones. oficina 1

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria lun. - vie. => ( 0.5 ) hrs

Energía consumida al día = ( 2 ) ( 78.74 ) ( 0.5 ) = 78.74 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 78.74 ) = 393.7 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 393.7 ) = **1708.658 w/h**

➤ Lab. Comunicaciones. oficina 2

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria lun. - vie. => ( 0.5 ) hrs

Energía consumida al día = ( 2 ) ( 78.74 ) ( 0.5 ) = 78.74 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 78.74 ) = 393.7 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 393.7 ) = **1708.658 w/h**

➤ Lab. Comunicaciones. oficina 3

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria lun. - vie. => 1 hr

Energía consumida al día = ( 2 ) ( 78.74 ) ( 1 ) = 157.48 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 157.48 ) = 787.4 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 787.4 ) = **3417.316 w/h**

➤ Lab. Comunicaciones. oficina 4

2 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria lun. - vie. => 1 hr

Energía consumida al día = ( 2 ) ( 78.74 ) ( 1 ) = 157.48 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 157.48 ) = 787.4 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 787.4 ) = **3417.316 w/h**

➤ Lab. Computación

20 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 11 hrs

Energía consumida al día = ( 20 ) ( 78.74 ) ( 11 ) = 17322.80 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 17322.80 ) = 86614.00 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 86614.00 ) = **375904.76 w/h**

➤ Lab. Instrumentación y Control. sala 1

3 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)

tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 1 hr

Energía consumida al día = ( 3 ) ( 78.74 ) ( 1 ) = 236.22 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 236.22 ) = 1181.10 w/h

Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1181.10 ) = **5125.974 w/h**

- Lab. Instrumentación y Control. sala 2  
 3 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
 tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 1 hr  
 Energía consumida al día = ( 3 ) ( 78.74 ) ( 1 ) = 236.22 w/h  
  
 Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 236.22 ) = 1181.10 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1181.10 ) = **5125.974 w/h**
  
- Lab. Instrumentación y Control. sala 3  
 3 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
 tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 1 hr  
 Energía consumida al día = ( 3 ) ( 78.74 ) ( 1 ) = 236.22 w/h  
  
 Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 236.22 ) = 1181.10 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1181.10 ) = **5125.974 w/h**
  
- Lab. Instrumentación y Control. sala 4  
 3 lámparas de 1 x 75 watts (wtot = 78.74)  
 tiempo de operación diaria de lun. - vie. => 4 hr  
 Energía consumida al día = ( 3 ) ( 78.74 ) ( 4 ) = 944.88 w/h  
  
 Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 944.88 ) = 4724.40 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 4724.40 ) = **20503.895 w/h**
  
- Lab. Bioingeniería  
 7 lámparas de 1 x 75 watts (78.74)  
 tiempo de operación diaria lun.- vie. => 3 hr  
 Energía consumida al día = ( 7 ) ( 78.74 ) ( 3 ) = 1653.54 w/h  
  
 Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 1653.54 ) = 8267.70 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 8267.70 ) = **35881.818 w/h**
  
- Oficina Dirección  
 2 lámparas de 2 x 32 watts (wtot = 77.47)  
 tiempo de operación diaria lun. - vie. => 11 hrs  
 Energía consumida al día = ( 2 ) ( 77.47 ) ( 11 ) = 1704.34 w/h  
  
 Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 1704.34 ) = 8521.70 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 8521.70 ) = **36984.178 w/h**
  
- Oficina Delegada  
 2 lámparas de 2 x 32 watts (wtot = 77.47)  
 tiempo de operación diaria lun. - vie. => 2 hrs  
 Energía consumida al día = ( 2 ) ( 77.47 ) ( 2 ) = 309.88 w/h  
  
 Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 309.88 ) = 1549.40 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1549.40 ) = **6724.396 w/h**

➤ Recepción  
 2 lámparas de 2 x 32 watts (wtot = 77.47)  
 tiempo de operación diaria de lun. – vie. => 2 hrs  
 Energía consumida al día = ( 2 ) ( 77.47 ) ( 2 ) = 309.88 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 309.88 ) = 1549.40 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1549.40 ) = **6724.396 w/h**

➤ Pasillo P 2  
 14 lámparas CFL de 13 watts (wtot = 17)  
 tiempo de operación de lun. – vie. => 3 hrs  
 Energía consumida al día = ( 14 ) ( 17 ) ( 3 ) = 714 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 714 ) = 3570 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 3570 ) = **15493.80 w/h**

➤ Escaleras  
 6 lámparas CFL de 13 watts (wtot = 17)  
 tiempo de operación diaria de lun. – vie. => 3 hrs  
 Energía consumida al día = ( 6 ) ( 17 ) ( 3 ) = 306 w/h

Energía consumida a la semana = ( 5 ) ( 306 ) = 1530 w/h  
 Energía consumida al mes = ( 4.34 ) ( 1530 ) = **6640.20 w/h**

### Cálculo de ahorro de energía

Para determinar la cantidad de energía que consumen los laboratorios con mayor índice de consumo, se tiene que determinar en que tarifas se encuentra operando sus equipos.

➤ Pasillo (P B)  
 Reducción de 24 hrs/día a 3 hrs/día. Se elimina su empleo en Sábado y Domingo. Entonces de 18 lámparas CFL con un consumo total de 17 watts, se tiene:  
 (18) (17) (3) = 918 w/h..... al día  
 (5) (918) = 4590 w/h..... a la semana  
 (4.34) (4590) = 19920.60 w/h..... al mes  
 Ahorro consumo actual menos el consumo estimado:  
 (223110.72 – 19920.60) = **203190.12 w/h..... al mes**

➤ Lab. Electrónica (P 1)  
 Reducción de 11 hrs/día a 4 hrs/día  
 Entonces de 8 lámparas fluorescentes de 78.74 watts totales, y de 8 lámparas fluorescentes de 38.10 watts totales, se tiene:  
 (8) (78.74) (4) = 2519.68 w/h  
 (8) (38.10) (4) = 1219.20 w/h

$(2519.68+1219.20) = 3738.88$  w/h..... al día  
 $(5) (3738.88) = 18694.40$  w/h..... a la semana  
 $(4.34) (18694.40) = 81133.696$  w/h..... al mes

Ahorro consumo actual menos el consumo estimado:  
 $(223117.664 - 81133.6969) = 215003.968$  w/h..... al mes

- Lab. Electrónica, cuarto de control. (P 1)  
Reducción de 11 hrs/día a 4 hrs/día  
Entonces de 3 lámparas de 38.10 watts totales se tienen:  
 $(3) (38.10) (4) = 457.20$  w/h..... al día  
 $(5) (457.20) = 2286$  w/h..... a la semana  
 $(4.34) (2286) = 9921.24$  w/h..... al mes

Ahorro consumo actual menos el consumo estimado:  
 $(27283.4 - 9921.24) = 17362.17$  w/h..... al mes

- Lab. Comunicaciones (P 2)  
Reducción de 11 hrs/día a 4 hrs/día  
Entonces de 8 lámparas fluorescentes de 78.74 watts totales, y de 8 lámparas de 8 lámparas fluorescentes de 38.10 watts totales, se tiene:  
 $(8) (78.74) (4) = 2519.68$  w/h  
 $(8) (38.10) (4) = 1219.20$  w/h  
 $(2519.68+1219.20) = 3738.88$  w/h..... al día  
 $(5) (3738.88) = 18694.40$  w/h..... a la semana  
 $(4.34) (18694.40) = 81133.696$  w/h..... al mes

Ahorro consumo actual menos el consumo estimado:  
 $(223117.664 - 81133.6969) = 215003.968$  w/h..... al mes

- Lab. Computación (P 2)  
Reducción de 11 hrs/día a 4 hrs/día  
Entonces de 20 lámparas fluorescentes de 78.74 watts totales, se tiene:  
 $(20) (78.74) (4) = 6299.20$  w/h..... al día  
 $(5) (6299.20) = 31496$  w/h..... a la semana  
 $(4.34) (31496) = 136692.64$  w/h..... al mes  
Ahorro consumo actual menos el consumo estimado:  
 $(375904.76 - 136692.64) = 239212.12$  w/h..... al mes

### **Cálculo de la demanda facturable y del consumo de energía por cada periodo de medición**

El empleo de la iluminación en el pasillo de la planta baja aplicaba mediciones en los tres periodos; energía base, energía intermedia y energía de punta, entonces se tiene que calcular cuanta energía se está consumiendo en cada periodo.



- ❖ EP es la energía consumida en el periodo de punta.
- ❖ EI es la energía consumida en el periodo intermedio.
- ❖ BB es la energía consumida en el periodo de base.

➤ El consumo por día del pasillo es de 7344 w/h en los días comprendidos entre el Lunes y el Viernes.

La energía base se mide de las 0:00 a las 6:00 horas.

La energía intermedia se mide de las 6:00 a las 20:00 y de las 22:00 a las 24:00 horas.

La energía de punta se mide de las 20:00 a las 22:00 horas.

Entonces el número de horas por periodo queda:

**E. Base = 6 horas      E. Intermedia = 16 horas      E. Punta = 2 horas**

El consumo de energía en Sábado es de 7344 w/h.

La energía base se mide de las 0:00 a las 7:00 horas.

La energía intermedia se mide de las 7:00 a las 24:00 horas

No hay medición en el periodo de punta.

Entonces el número de horas por periodo queda:

**E. Base = 7 horas      E. Intermedia = 17 horas      E. Punta = 0 horas**

El consumo de energía en Domingo es de 7344 w/h

La energía base se mide de las 0:00 a las 19:00 horas.

La energía intermedia se mide de las 19:00 a las 24:00 horas

No hay medición en el periodo de punta.

Entonces el número de horas por periodo queda:

**E. Base = 19 horas      E. Intermedia = 5 horas      E. Punta = 0 horas**

En promedio, en cada hora se consumen **306 w/h**. Esta cantidad se multiplica por el número de horas en cada periodo de medición obteniendo la energía consumida.

➤ Periodo de Lunes a Viernes.

La medición en el periodo base comprende 6 horas:

(306) (6) = 1836 w/h..... al día

(5) ( 1836) = 9180 w/h..... a la semana

(9180) (4.34) = **39841.20 w/h..... al mes**

La medición en el periodo intermedio comprende 16 horas:

(306) (16) = 4896 w/h..... al día

(5) (4896) = 24480 w/h..... a la semana

(24480) (4.34) = **106243.20 w/h..... al mes**

La medición en el periodo de punta comprende 2 horas:

(306) (2) = 612 w/h..... al día

(5) ( 612) = 3060 w/h..... a la semana

(3060) (4.34) = **13280.40 w/h..... al mes**

➤ **Periodo del Sábado:**

La medición en el periodo base comprende 7 horas:

(306) (7) = 2142 w/h..... al día

(2142) (4.34) = **9296.28 w/h..... al mes**

La medición en el periodo intermedio comprende 17 horas:

(306) (17) = 5202 w/h..... al día

(5202) (4.34) = **22576.68 w/h..... al mes**

➤ **Periodo del Domingo:**

La medición en el periodo base comprende 19 horas:

(306) (19) = 5814 w/h..... al día

(5814) (4.34) = **25232.76 w/h..... al mes**

La medición en el periodo intermedio comprende 5 horas:

(306) (5) = 1530 w/h..... al día

(1530) (4.34) = **6640.20 w/h..... al mes**

En los demás laboratorios su consumo de energía es solo en el periodo intermedio:

➤ Lab. Electrónica = **223117.664 w/h..... al mes**

➤ Lab. Electrónica, c.c. = **27283.400 w/h..... al mes**

➤ Lab. Comunicaciones = **223117.664 w/h..... al mes**

➤ Lab. Computación = **375904.76 w/h..... al mes**

El total de la energía consumida por los laboratorios de mayor consumo en cada periodo es:

➤ E. Base = **74.37 kw/h..... al mes**

➤ E. Intermedia = (135460.08 + 223117.664 + 27283.400 + 223117.664 + 375904.76) = 984883.568 w/h >>>> **984.884 kw/h.... al mes**

➤ E. Punta = **13.280 kw/h..... al mes**

**Ahorro de energía estimada**

➤ E. Base: el ahorro es el mismo que el consumo actual, ya que se planeó eliminar el consumo en este periodo:

**74.370 kw/h..... al mes**

➤ E. Intermedia: el ahorro es el resultado de la resta ente el consumo actual menos el consumo estimado:

(984.884 - 328.802) = **656.082 kw/h..... al mes**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- E. Punta: el ahorro es el mismo que el consumo actual, ya que se planeó eliminar el consumo en este periodo:  
**13.28 kw/h..... al mes**

### Demanda Facturable

La potencia requerida por el equipo de iluminación por cada uno de los laboratorios de mayor consumo es:

- Pasillo (P B): 18 lámparas CFL de 17 Wtot.  
 $(18 \times 17) = 306 \text{ w} = \mathbf{0.306 \text{ kw}}$
- Lab. Electrónica: 8 lámparas fluorescentes de 78.74 Wtot, 8 lámparas fluorescentes de 38.10 Wtot.  
 $(8 \times 78.74) + (8 \times 38.10) = 934.72 \text{ w} = \mathbf{0.935 \text{ kw}}$
- Lab. Electrónica, c.c.: 3 lámparas fluorescentes de 38.10 Wtot.  
 $(3 \times 38.10) = 114.30 \text{ w} = \mathbf{0.114 \text{ kw}}$
- Lab. Comunicaciones: 8 lámparas fluorescentes de 78.74 Wtot, 8 lámparas fluorescentes de 38.10 Wtot.  
 $(8 \times 78.74) + (8 \times 38.10) = 934.72 \text{ w} = \mathbf{0.935 \text{ kw}}$
- Lab. Computación: 20 lámparas fluorescentes de 78.74 Wtot.  
 $(20 \times 78.74) = 1534.80 \text{ w} = \mathbf{1.535 \text{ kw}}$

El total de la potencia demandada por los laboratorios de mayor consumo es:

- Potencia total demandada:  
 $(0.306 + 0.935 + 0.114 + 0.935 + 1.535) = \mathbf{3.825 \text{ kw}}$

Para calcular la demanda facturable se debe de determinar el consumo en cada periodo, como se ha mencionado anteriormente el pasillo de la planta baja es el único que mantiene su iluminación funcionando durante los tres periodos.

- Demanda base: **0.306 kw**
- Demanda Intermedia: **3.825 kw**
- Demanda de Punta: **0.306 kw**

La cantidad de potencia que se dejará de emplear se determina restando los promedios mensuales de cada periodo por la potencia utilizada.

- Demanda Base:  
(256.167 – 0.306) = **255.861kw**
- Demanda Intermedia:  
(576.500 – 3.825) = **572.675 kw**
- Demanda de Punta:  
(637.43 – 0.306) = **637.11 kw**

La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$\text{❖ } DF = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0)$$

Donde:

- ❖ DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta
- ❖ DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio
- ❖ DB es la demanda máxima medida en el periodo de base
- ❖ DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio
- ❖ FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

Tabla : Factor de reducción

Región	FRI	FRB
Central	0.300	0.150

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

- La demanda facturable es:  
 $DF = 637.111 + 0.3 \times (572.675 - 637.111) + 0.15 \times (255.861 - 572.675) =$   
**570 kw..... al mes**
- El ahorro en la demanda facturable es:  
(639 – 570) = **69 kw..... al mes**



## Bonificación por el alto Factor de Potencia

En el caso del Centro Tecnológico Aragón se presenta la ventaja, su factor de potencia se mantiene por arriba del 95.00 % de eficiencia, con el estado actual de las instalaciones se puede esperar que el F.P. no baje de ese valor, por lo que se procederá a sacar un promedio del factor de potencia y un promedio de la bonificación. Tomando la información de la tabla "X", tenemos:

➤ Promedio mensual del F.P.:

$$(99.29+99.67+99.99+99.5+99.99+98.45+95.25+99.96+98.26+98.29+99.97+98.65) / 12 = \mathbf{99.08 \%}$$

➤ Promedio mensual de la bonificación:

$$(3421.9+4290.3+1955.15+2962.85+1800.65+3136.1+1298.5+1852.55+3615.05+3675.9+2747.65+3863.45) / 12 = \mathbf{\$ 2885.00}$$

## Cálculo de los beneficios económicos

El precio por el kw en la demanda facturable y el precio por el kw/h en los periodos de base, intermedio y de punta se presentan en la tabla 1 del anexo "D".

## Costo actual por consumo de energía

- Energía base: la energía consumida en este periodo es de **74.37 kw/h**. El ahorro de capital es de:  $(0.322 \times 74.37) = \mathbf{\$ 23.95}$ .
- Energía intermedia: la energía consumida en este periodo es de **984.884 kw/h**. El ahorro de capital es de:  $(0.3856 \times 984.884) = \mathbf{\$ 397.77}$ .
- Energía de punta: la energía consumida en este periodo es de **13.280 kw/h**. El ahorro de capital es de:  $(1.205 \times 13.28) = \mathbf{\$ 16.00}$ .
- Por tanto la energía total consumida es de:  
 $(74.37 + 984.884 + 13.28) = \mathbf{1071.534 \text{ kw/h}}$   
y el capital total invertido por la energía consumida en el consumo de energía es de:  
 $(23.95 + 418.516 + 16.00) = \mathbf{\$418.516}$ .

## Ahorro estimado por consumo de energía

- Energía base: la energía ahorrada en este periodo es de **74.37 kw/h**. El ahorro de capital es de:  $(0.322 \times 74.37) = \$ 23.95$ .
- Energía intermedia: la energía ahorrada en este periodo es de **656.08 kw/h**. El ahorro de capital es de:  $(0.3856 \times 656.08) = \$ 252.98$ .
- Energía de punta: la energía ahorrada en este periodo es de **13.280 kw/h**. El ahorro de capital es de:  $(1.205 \times 13.28) = \$ 16.00$ .
- Por tanto la energía total ahorrada es de:  
 $(74.37 + 656.08 + 13.28) = 743.73 \text{ kw/h}$   
y el capital total ahorrado en el consumo de energía es de:  
 $(23.95 + 252.98 + 16.00) = \$291.74$ .
- Donde tenemos que la demanda facturable será de: **570 kw**
- El costo por demanda facturable será de: **\$36366.00**
- El ahorro en kw será de: **69 kw**
- El ahorro de capital será de: **\$2743.68**

## Evaluación económica

En la evaluación económica tomaremos en cuenta los valores ahorro estimado de capital para determinar la viabilidad del proyecto y su costo respecto al ahorro.

- Estimación total del ahorro de capital al año: **\$ 71059.44**
- Costo del proyecto: **\$ 2652.00**

Para determinar el costo anual equivalente emplearemos dos tasa de interés anuales, una de 6 % y otra de 10 %, la primera es la tasa que ocupa la C.F.E. en sus proyectos, al segunda es empleada por las empresas en proyectos de este tipo.

- Costo anual equivalente;  $P \times \{[i \times (1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]\}$ ..... (1)

Donde:

P: es la cantidad de dinero en el tiempo presente

i : es la tasa de interés compuesto por periodo

n : es el número de periodos

Sustituyendo en la fórmula tenemos:

$$\text{➤ } 2652 \times \{ [0.06 \times (1 + 0.06)^5] / [(1 + 0.06)^5 - 1] \} = \$ 629.58$$

$$\text{➤ } 2652 \times \{ [0.10 \times (1 + 0.10)^5] / [(1 + 0.10)^5 - 1] \} = \$ 699.59$$

### Cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Aquí la TIR se igualará a cero para calcular al tasa de interés interna "i\*\*"

$$\text{➤ } TIR = -(2652) + (71059.44) \times \{ [(1 + i^*)^5 - 1] / [i^* \times (1 + i^*)^5] \} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

i \* : será la tasa de interés interna que haga igual a cero el valor presente neto del flujo de capital.

Sustituyendo en la fórmula y por base al método de prueba y error calculamos a i\* hasta que se iguale el resultado a cero, entonces tenemos:

$$\text{➤ } 0 = -(2652) + (71059.44) \times \{ [(1 + 26.794)^5 - 1] / [26.794 \times (1 + 26.794)^5] \}$$

$$0 = 0.0167$$

Por lo tanto la TIR es igual a: i\* = **2679.4 %**

### Periodo de recuperación

El periodo de recuperación se calcula dividiendo el costo del proyecto entre el ahorro anual:

$$\text{➤ } \text{Periodo de Recuperación} = (2652 / 71059.44) = \mathbf{0.037 \text{ años}}$$

$$\text{➤ } \text{En meses esto queda en: } (0.037 / 12) = \mathbf{0.003 \text{ meses}}$$

**IIII.- ANEXO "D"**

**IIII.I.- Glosario de Términos Técnicos**

**IIII.II.- Tarifa H M, C.F.E.**

**IIII.III.- Tabla de Valores De Iluminación**

**IIII.IV.- Tabla de Valores de Densidad de Potencia Eléctrica.  
Normas Oficiales Mexicanas**



### **III.I. - GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS**

#### **Conceptos de iluminación**

Para poder comprender más este tema es necesario conocer y poder comprender los diferentes conceptos que se emplean en la iluminación.

#### **Fuentes luminosas**

La radiación luminosa puede ser emitida de una fuente térmica como el sol, o de origen luminiscente, como los rayos de una tormenta. Existen dos grupos de fuentes luminosas: la incandescente y la luminiscente.

#### **Eficacia**

Es la relación existente entre el flujo luminoso y la potencia absorbida y se expresa en lúmenes/watio. Esta variable pone de manifiesto la capacidad que tiene la luz para emitir luz visible para los seres humanos.

#### **Eficiencia**

Es la parte proporcional de energía que la lámpara convierte en luz visible medida en lúmenes. El límite técnico para la radiación de la luz verde es de 680 lm/w. El de la luz blanca es de 225 lm/W.

#### **Iluminancia**

Es el flujo que recibe una superficie situada a una cierta distancia de la fuente y se mide en luxes. Este es resultado de la relación entre la intensidad luminosa y la distancia al cuadrado ( $\text{lm}/\text{d}^2$ ). Se expresa en luxes (lx) y su símbolo es "E".

#### **Lámpara**

Dispositivo que transforma la energía eléctrica en luz.

#### **Lumen**

Es la cantidad de luz visible que emite una lámpara en todas direcciones. Un lumen equivale a 10.76 luxes.

**Luminaria**

Utensilio donde se aloja la lámpara y que incluye todos los elementos para fijar, proteger y suministrar energía a la lámpara; su función es distribuir, filtrar la radiación luminosa procedente de la lámpara.

**Luxe**

Es la incidencia perpendicular de un lumen en una superficie de un metro cuadrado. Un lux equivale a 0.0929 lúmenes.

**Luz**

La luz es la radiación luminosa emitida por la excitación de un cuerpo en forma de energía visible. Esta radiación al producirse en la zona del espectro visible, nos permite ver objetos y colores.

### III.II.- Tarifa H M, C.F.E.

Cuotas aplicables al mes de Agosto del 2001.

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Baja California	\$ 92.01	\$ 1.2574	\$ 0.3480	\$ 0.2737
Baja California Sur	\$ 88.40	\$ 1.0090	\$ 0.4829	\$ 0.3418
Central	\$ 63.80	\$ 1.2050	\$ 0.3856	\$ 0.3220
Noreste	\$ 58.63	\$ 1.1134	\$ 0.3580	\$ 0.2931
Noroeste	\$ 110.76	\$ 1.0669	\$ 0.3822	\$ 0.3074
Norte	\$ 58.91	\$ 1.1214	\$ 0.3614	\$ 0.2941
Peninsular	\$ 65.88	\$ 1.2607	\$ 0.4041	\$ 0.3099
Sur	\$ 63.80	\$ 1.1801	\$ 0.3687	\$ 0.3062

Regiones Central, Noreste, Norte y Sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

#### Demanda Facturable.

La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0) \quad \text{Donde:}$$

DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta.

DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio.

DB es la demanda máxima medida en el periodo de base.

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio.

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.162	0.081
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

En las fórmulas que definen las demandas facturables, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

TESIS CON  
PLATA DE ORIGEN

III.III.- Tabla de Valores De Iluminación

TABLA COMPARATIVA DE NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ÁREAS E INSTALACIONES EN LA UNAM							
LOCAL	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES	NIVELES DE ILUMINACIÓN ( lux )				
			NOM	IESNA	UNAM	MTEY	PUE
OFICINA	Director	uso ejecutivo	900	750	300	1500	
	Escritorio	uso secretarial	600	300	300	700	
	Administrativo	servicios administrativos	900	750	300	1500	
	Particular	escritorio, librero, pc	600	300	300	700	
	Diseño	uso restirador (luz localizada)	1100	1500	500	2000	
	Cubículo - profesor	uso académico	400	300	250	1000	
SALA	Juntas	mesa larga, pizarrón, proyector	200	150	250	-	
	Cómputo	pc, internet, impresora	-	75	250	-	
	Recepción	estante de registro	200	150	-	-	
	Audiovisual	equipo audiovisual	-	300	-	-	
	Conferencias	auditorio	100	300	-	50	
AULA	Común	uso de pizarrón	400	300	300	700	
	Proyección	uso de proyector	400	300	300	-	
	Cómputo	uso equipo de cómputo	400	300	250	-	
AREA COMÚN CERRADA	Pasillo	pasillo interior	100	150	150	-	
	Elevadores	área de ascenso y descenso de personas	100	150	-	-	
	Entrada Principal		50	50	-	-	
	Cubo Escalera		100	150	50	-	
SERVICIOS	Bodega G	almacén de materiales en general	100	50	-	200	
	Bodega Q	almacén de sustancias químicas	-	300	-	500	
LABORAT ENSEÑANZA	Química	química general	-	750	500	-	
	Mecánica		-	750	500	-	
	Termodinámica		-	750	500	-	
	Electric. Magnet.		-	750	500	-	
	Electrónica		-	750	500	-	
	Control Numérico		-	750	500	-	

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

**NORMA OFICIAL MEXICANA "NOM - 007 - ENER - 1995", Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.**

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben de cumplir los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente norma, no deben de exceder los valores indicados en la tabla 1.

Tabla 1. Valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA (W/m <sup>2</sup> )	
	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
OFICINAS	16.0	1.8
ESCUELAS	16.0	1.8
HOSPITALES	14.5	1.8
HOTELES	18.0	1.8
RESTAURANTES	15.0	1.8
COMERCIOS	19.0	1.8
BODEGAS	8.0	
ESTACIONAMIENTOS INTERIORES	2.0	