

72



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DE UN DIAGNOSTICO ENERGETICO EN UN CENTRO COMERCIAL.

DESARROLLO DE UN CASO PRACTICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA (AREA MECANICA)

P R E S E N T A N :

JOSE GARCIA-MORENO PACCHIANO
JUAN ROBERTO RAMIREZ PEREZ

Director: Ing. Eduardo Buendía Domínguez



México, D. F.

1994

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

A mis padres, Carlos y Angélica por su ejemplo, su cariño y su apoyo incondicional.

A mis abuelos, que han sabido transmitirme su experiencia y su amor, y han sido mi modelo a lo largo de toda mi vida;

A mis tíos Rafael y Leticia, quienes con su cariño y sus consejos han sido parte muy importante en mi vida;

A mis hermanos, Carlos, Alfonso, Leticia y Rafael, por su amistad, su paciencia y por todos los increíbles momentos que hemos compartido juntos;

A la memoria de mi tía Carmen Ramos Cárdenas, cuyo recuerdo me acompaña en todo momento;

A mis amigos, por todos los momentos que hemos compartido.

José García-Moreno Pacchiano

A esa persona que por su ejemplo y apoyo, su entrega y dedicación, y su manera de amar, ha hecho tan especial mi manera de vivir. Mi madre, María.

A la memoria de mi padre, Juan Roberto, que me acompaña en todo momento;

A mis hermanos, por su amistad;

A mis abuelos, por su cariño y experiencia;

A mi familia, por su apoyo incondicional;

A todas esas personas que de una forma u otra han enriquecido mi vida. Mis amigos.

Juan Roberto Ramírez Pérez

INDICE

	Página
1. <u>Introducción</u>	1
2. <u>Situación energética nacional actual</u>	
2.1. Generalidades	4
2.2. Panorama global actual del campo energético	5
2.3. Mercado eléctrico	20
2.4. Intensidad energética	28
2.5. Indicadores energéticos	30
2.6. Problemática actual	31
2.7. Programa nacional de modernización energética	32
2.8. Ahorro y uso eficiente de energía	34
2.9. Medidas energéticas a nivel nacional	35
3. <u>Diagnósticos energéticos</u>	
3.1. Programas de conservación energética	36
3.2. Diagnósticos energéticos	40
3.3. Tipos de diagnósticos energéticos	41
3.4. Metodología para la realización de un diagnóstico energético de segundo grado	43

4.	<u>Diagnóstico energético en un centro comercial:</u>	
4.1.	Recopilación de datos	55
4.2.	Análisis de información	75
4.3.	Medidas propuestas	88
4.4.	Ahorros esperados	125
5.	<u>Conclusiones y Comentarios</u>	
5.1.	General	133
5.2.	Resumen de ahorros obtenidos en el centro comercial	134
5.3.	Proyección a nivel nacional	136
6.	<u>Bibliografía</u>	137
	Apéndice A	139
	Apéndice B	141
	Apéndice C	145
	Apéndice D	155

1. INTRODUCCION

La energía eléctrica es hoy en día fundamental para la calidad de vida moderna. Es una forma de energía única, versátil y controlable, gracias a la cual pueden llevarse a cabo gran cantidad de trabajos de forma eficiente. En un período ligeramente mayor a 100 años, la electricidad ha transformado la forma de vida de toda la humanidad. La luz eléctrica, refrigeradores, motores eléctricos, tecnologías médicas, computadoras y medios masivos de comunicación son solamente algunos ejemplos de los beneficios que podemos disfrutar gracias a la energía eléctrica.

Sin embargo, la demanda de energía está superando la capacidad de generación, y es probable que en esta misma década se de un déficit que puede afectar a todos los sectores, con consecuencias graves para la economía. Aumentar la capacidad de generación implica invertir en la construcción de nuevas y costosas plantas, teniendo en cuenta que las normas reguladoras sobre impacto ambiental son cada vez más estrictas y más difíciles de cumplir. Para dar solución al déficit energético existen dos alternativas: por un lado, aumentar la generación, y por el otro, disminuir la demanda. La solución ideal implicaría llevar a cabo las dos opciones.

En el caso específico de México, donde se presenta un acelerado crecimiento de la demanda de energía eléctrica, el incrementar el suministro de electricidad es cada vez más difícil, debido a la problemática de contar con los recursos financieros, materiales e institucionales necesarios. Por otro lado, el creciente deterioro del medio ambiente se convierte en un obstáculo más para la expansión de la capacidad de generación de energía eléctrica del país.

Una forma atractiva de asegurar el desarrollo del país, sin tener que recurrir a grandes inversiones de capital es disminuir la cantidad de energía requerida para proveer los servicios requeridos. Esto se puede lograr con programas que integren cuatro áreas diferentes, pero al mismo tiempo relacionadas entre sí:

- Tecnologías avanzadas para utilizar la electricidad de manera más eficiente.
- Nuevos esquemas de financiamiento para los usuarios finales de estas tecnologías.
- Redefinición del papel que desempeñan las compañías generadoras de electricidad.
- Legislaciones que fomenten y apoyen la eficiencia energética.

De todas ellas, la más impactante es la innovación tecnológica, lograda gracias al desarrollo de nuevos materiales, a la electrónica, a las computadoras y a las modernas técnicas de manufactura que tienden a converger en una meta de mayor y mas eficiente producción. Mediante estudios realizados recientemente se estima que el potencial de ahorro de energía se ha duplicado, y el costo de hacerlo ha disminuido en dos terceras partes.

El objetivo de esta Tesis es el desarrollo de una metodología o procedimiento con el fin de determinar el grado de eficiencia con que se utiliza la energía en un inmueble del sector comercial, y aplicar dicha metodología en un caso práctico, localizando los puntos o áreas de alta incidencia de pérdida energética y con oportunidad de ahorro, y describir las medidas potenciales para mejorar las condiciones de operación y eficiencia, así como las inversiones necesarias para su implementación. En otras palabras, desarrollar un diagnóstico energético completo en un centro comercial.

Los resultados obtenidos proporcionarán un índice de ahorro de energía que, al ser extrapolado a nivel nacional, establecerán la repercusión de un programa nacional de ahorro de energía en el sector comercial.

Para cumplir con dicho propósito, la tesis se encuentra dividida en cinco capítulos que abordan el tema de una forma práctica, metodológica y sencilla, y tratan de dar la mejor propuesta tanto en el aspecto económico como en el tecnológico.

Los capítulos que integran esta tesis son:

1. Introducción: Breve descripción del planteamiento realizado como punto de inicio para realizar la Tesis “Metodología para la realización de un diagnóstico energético en un centro comercial. Desarrollo de un caso práctico”. Objetivos y Generalidades.
2. Situación Energética Nacional Actual: Panorama energético del contexto nacional. Datos, cifras y gráficas del sector energético y tendencias a futuro. Introducción del concepto “eficiencia energética”. Ahorro de Energía.
3. Programas de Conservación Energética: Métodos de implementación de programas de conservación energética, marco conceptual y definición de un diagnóstico energético. Antecedentes y tipos de diagnósticos energéticos. Metodología para el desarrollo de un diagnóstico energético.
4. Diagnóstico Energético en un Centro Comercial: Recopilación de datos históricos, toma de mediciones, y encuestas de costumbres operativas. Análisis de la información recabada, elaboración de tablas y gráficas de apoyo y estudio de los sistemas energéticos que componen el Centro Comercial. Determinación de los sistemas que presentan oportunidad de ahorro de energía. Medidas propuestas para el ahorro de energía. Evaluación energética y económica de dichas medidas. Resultados esperados a corto plazo.
5. Conclusiones y Comentarios: Conclusiones del diagnóstico energético realizado al centro comercial. Extrapolación teórica de los resultados obtenidos a un nivel nacional. Repercusión de un programa nacional de ahorro de energía en el sector comercial.

2. SITUACION ENERGETICA NACIONAL ACTUAL

2.1. GENERALIDADES

Los años de 1937 y 1938 marcaron la historia de nuestro país: el primero con la creación de la Comisión Federal de Electricidad y el segundo con la nacionalización de la industria petrolera, abriendo así, el camino para que el sector energético se convirtiera en uno de los pilares del crecimiento económico de México por más de treinta años.

Dicho sector, ha desempeñado un importantísimo papel en los cambios que ha experimentado el país en su historia y en sus relaciones con el exterior:

Proporciona la energía necesaria para el funcionamiento y la expansión del aparato productivo y para la incrementación del bienestar social. Emplea de manera directa a más de 300,000 personas. Entre 1983 y 1988 aportó cerca de 70,000 millones de dólares por concepto de exportaciones petroleras.

Durante el último cuarto de siglo, la producción de energía primaria se ha multiplicado por 5 y el consumo nacional por 3.5 veces, de forma que, la importancia y el carácter estratégico del Sector Energético en la economía y en el impulso del desarrollo nacional es, evidente.

Sin embargo; si bien es cierto que la energía puede servir como impulso al desarrollo, también lo es que puede frenarlo si se le da un uso deficiente. Por lo tanto, se vuelve imperativo producirla en cantidad y calidad suficientes y darle una utilización apropiada. Esto, sin descuidar el renglón ambiental.

Al hablar de un reto de modernización para la sociedad, la política y la economía; es necesario hablar también de la del propio Sector Energético. Esto obliga a realizar diagnósticos y previsiones con un carácter integral e identificar los medios para elevar la eficiencia de la interrelación energía-sociedad-economía.

2.2. PANORAMA GLOBAL ACTUAL DEL CAMPO ENERGÉTICO

México, país de dos millones de kilómetros cuadrados y 81 millones de habitantes, cuenta con un grado de electrificación del 92% aproximadamente. El tiraje ó longitud de sus líneas eléctricas es de 9,541 kilómetros para líneas de 400 KV y 18,656 kilómetros para líneas de 230 KV. Actualmente se encuentran interconectadas seis áreas del territorio continental y en forma parcial, se alimenta la península de Yucatán con una línea de transmisión de 230 KV desde el sistema interconectado nacional. La península de Baja California está aislada.

“Actualmente, el sector energético mexicano está clasificado a nivel mundial en el octavo lugar debido a sus reservas de hidrocarburos y en el sexto por su producción de aceite. En el ramo eléctrico, por su capacidad instalada está dentro de los primeros veinte del mundo y cada año un número mayor de la población se beneficia de él”.¹

El país se divide en 109 zonas y 13 pequeños sistemas aislados, siete de los cuáles reciben energía de importación; las zonas a su vez se agrupan en áreas o en sistemas. A grandes rasgos, se puede hablar de once ramas: zona Noreste, zona Noroeste, zona Norte, zona de Baja California Norte, zona de Baja California Sur, zona Central-CFE, zona Occidental, zona Oriental, zona Peninsular, zona Central-CLFC y zona de Pequeños Sistemas.

2.2.1. Producción de Energía Primaria

Durante 1992, la producción nacional de energía primaria totalizó 2120.5 petacalorías (1 petacaloría=10¹⁵ Calorías):

¹ Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994

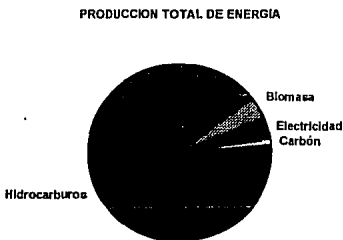
Los hidrocarburos, con 1907.612 petacalorías y el 90.0% del total fueron la principal fuente de energía: La producción de petróleo crudo, con 1469.359 petacalorías, participó con el 63.3% de este porcentaje; la de condensados fue de 67.435 petacalorías con el 3.2%; la de gas asociado de 312.285 petacalorías con el 14.7% y la de gas no asociado de 58.533 petacalorías con el 2.8%.

La biomasa (leña y bagazo de caña) con 91.593 petacalorías representó el 4.3% del total.

La generación de electricidad ocupó el mismo lugar con 90.521 petacalorías y un 4.3% del total: De este porcentaje, la nucleenergía participo con 9.997 petacalorías, la geoenergía con 14.651 petacalorías y la hidroenergía con 65.873 petacalorías.

Finalmente, el carbón tuvo una participación del 1.4%.

Por otra parte, los intercambios de energía primaria con el exterior se componen básicamente de petróleo y carbón. Las importaciones totalizaron 0.096 petacalorías, mientras que las exportaciones ascendieron a 756.402 petacalorías.



Producción de Energía Primaria

1992	Petacalorías	%
Hidrocarburos	1907.612	90.0
Petróleo Crudo	1469.359	69.3
Condensados	67.435	3.2
Gas no asociado	58.533	2.8
Gas asociado	312.285	14.7
Electricidad	90.521	4.3
Nucleoenergía	9.997	0.5
Geoenergía	14.651	0.7
Hidroenergía	65.873	3.1
Biomasa	91.593	4.3
Bagazo de Caña	19.929	0.9
Leña	71.664	3.4
Carbón	30.753	1.4
TOTAL	2120.479	100.0

2.2.2. Destino de la Energía Primaria

Existen dos vertientes de la corriente de energía primaria. En una, la oferta interna bruta tuvo como destino los centros de transformación, y en la otra se utilizó directamente por el consumidor final.

En 1992, la energía primaria utilizada directamente por el consumidor final totalizó 104.4 petacalorías, representando el 7.9% del total de la oferta interna bruta de energía primaria, correspondiendo el 68.6% a la leña, el 18.6% al bagazo de caña y el 12.8% a gas natural.

La mayor parte de la energía primaria, el 90.5% que asciende a 1198.5 petacalorías, se sometió a procesos de transformación.

Una parte de la energía primaria disponible en el país (el 0.6% del total) no va a ninguna de estas vertientes sino que es empleada por el propio sector energético. En 1992, estos usos totalizaron 8.3 petacalorías, mientras que 6.1 petacalorías (0.5% del total) se atribuyen a pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento.

Destino de la Energía Primaria

Destino	Petacalorías	%
Consumidor Final	104.4	7.9
Leña	71.62	68.6
Bagazo de Caña	19.42	18.6
Gas Natural	13.36	12.8
Procesos de Transformación	1198.5	90.5
Sector Energético	8.3	0.6
Pérdidas	6.1	0.5

2.2.3. Centros de Transformación

En 1992, se contó con 7 refinerías para proceso de crudo, 6 de ellas con una capacidad de destilación entre 195 y 330 MBD y una sólo con 9 MBD, sumando una capacidad de refinación completa de 1373 MBD.

En 1992, la capacidad instalada para la generación de electricidad totalizó 27068 MW, de los cuáles el 29.3% correspondió a hidroeléctricas y un 70.7% para termoeléctricas, quedando esta última como

sigue: vapor con 47.24%, ciclo combinado con 6.72%, turbogas con 6.56%, combustión interna con 0.55%, geotermoelectrica con 2.7%, carboelectrica con 4.43% y nucleoelectrica con 2.5%.

Capacidad Instalada para la Generación de Electricidad

Capacidad Instalada	Petacalorías	%
Hidroeléctricas	7930.92	29.3
Termoeléctricas	19137.08	70.7
Vapor	12786.92	47.24
Ciclo Combinado	1818.97	6.72
Turbogas	1775.66	6.56
Combustión Interna	148.87	0.55
Geotermoelectrica	730.84	2.7
Carboelectrica	1199.11	4.43
Nucleoelectrica	676.7	2.5
TOTAL	27068	100

En el sector carbonífero se mantienen en funcionamiento 4 plantas coquizadoras con recuperación de productos y dos con hornos de colmena, cuya capacidad instalada en 1992 fue de 3.4 millones de toneladas, de donde se obtuvo el coque que se emplea en la industria siderúrgica y minero metalúrgica. En 1992, se enviaron 1198.5 petacalorías a transformación. Dentro de las refineras se procesó el 58.5% del total, sumando 701.4 petacalorías: petróleo crudo con 99% y condensados con 0.1%. Las plantas de gas y fraccionadoras procesaron el 31% del total: 372.1 petacalorías. En las centrales eléctricas se transformó el 9.2% del total, que significó 110.0 petacalorías: en las plantas hidroeléctricas se convirtieron 65.9 petacalorías; las plantas geotérmicas procesaron 14.7 petacalorías; en la central nucleoelectrica se transformaron 10.0 petacalorías y en las carboelectricas 19.4 petacalorías de carbón térmico. Por otro lado, en las plantas coquizadoras se transformaron 15.6 petacalorías de carbón, el 1.3% restante de la energía total enviada a procesamiento en el país.

Centros de Transformación

	Petacalorías	%
Refinerías	701.418	58.5
Plantas de Gas y Fraccionadoras	372.078	31.0
Centrales Eléctricas	109.960	9.2
Coquizadoras	15.079	1.3
TOTAL	1198.535	100.0

Energía Primaria a Transformación

	Petacalorías	%
Petróleo Crudo	700.867	58.5
Condensados	53.54	3.0
Gas no asociado	43.52	3.6
Gas asociado	293.567	24.5
Nucleoenergía	9.997	0.8
Geoenergía	14.651	1.2
Hidroenergía	65.873	5.5
Carbón	34.518	2.9
TOTAL	1198.535	100.0

2.2.4. Producción de los Centros de Transformación

La producción de los centros de transformación totalizó 1175.8 petacalorías.

De las refinерías, plantas de gas y fraccionadores se obtuvieron 1057.6 petacalorías, cantidad que representó el 89.9% de la producción de energía secundaria: el 23.2% correspondió al gas, 22.5% al combustóleo, 21.7% a las gasolinas y naftas, 15.0% al diesel, 8.7% al gas licuado y el restante 8.9% a productos no energéticos (kerosinas y coque de petróleo). De estos productos, 197.1 petacalorías se utilizaron en la generación de energía eléctrica y 149.2 petacalorías fueron destinadas a usos propios en refinерías, plantas de gas y fraccionadoras. Deduciendo estas cantidades, quedó un total de 711.3 petacalorías que se destinaron a los demás sectores.

Como resultado de la transformaciones en termoeléctricas convencionales se obtuvieron 66.7 petacalorías de electricidad, las que adicionadas al resto de la generación por otras fuentes (núcleo, carbo, geo e hidroeléctricas) arrojaron un total de 104.6 petacalorías de electricidad, cifra que representó el 8.9% del total de energía disponible en la transformación.

Por otro lado, las coquizadoras contribuyeron con 13.6 petacalorías, representando el 1.2% de la producción total de los centros de transformación.

Estos tres conceptos suman un total de 829.1 petacalorías, de las cuáles hay que deducir 5.4 de electricidad que utilizó el propio sector energético, 14.7 petacalorías por transporte, distribución y almacenamiento y añadir 0.3 petacalorías por concepto de diferencia estadística, quedando un saldo neto de 809.3 petacalorías, las que adicionadas a las 56.4 petacalorías correspondientes al saldo neto del comercio exterior y a la variación de inventarios, dan un total de 865.7 petacalorías que se enviaron a consumo final secundario.

Las pérdidas por transformación se obtienen de la diferencia entre la energía enviada a transformación y la obtenida en forma de energía secundaria. El total de las pérdidas por transformación fue de 219.9 petacalorías.

Producción en Centros de Transformación

Origen	Producción(Petacalorías)	%
Refinerías, Plantas de Gas y Fraccionadoras	1057.6	89.9
Gas	245.36	23.2
Combustóleo	237.96	22.5
Gasolinas y Naftas	229.50	21.7
Diesel	158.64	15.0
Gas Licuado	92.01	8.7
Kerosinas y Coque de Petróleo	94.13	8.9
Termo, Núcleo, Carbo, Geo e Hidroeléctricas	104.6	8.9
Coquizadoras	13.6	1.2
TOTAL	1175.8	100

Energía Secundaria

Origen	Producción (petacalorías)	Pérdidas (petacalorías)	Total (petacalorías)
Refinerías, Plantas de Gas, Fraccionadoras	1057.6	346.3	711.3
Termo, Núcleo, Carbo, Geo e Hidroeléctricas	104.6		104.6
Coquizadoras	13.6		13.6
Saldo Neto del Comercio Exterior	56.4		56.4
TOTAL	885.8	20.1	865.7

2.2.5. Comercio Exterior de Energía Secundaria

En 1992, las exportaciones de energía secundaria estuvieron compuestas casi en su totalidad por productos refinados, representando el 97.1%, mientras que la electricidad participó con el 2.9%. En términos caloríficos, las exportaciones se ubicaron en 60.2 petacalorías.

Al analizar las importaciones de energía, se observa que de un total de 110.6 petacalorías, los derivados del petróleo y el gas natural representaron el 98.9%, mientras que el coque y la electricidad provenientes del exterior tuvieron una participación del 1.1%.

Las importaciones de productos petrolíferos y gas natural alcanzaron 109.4 petacalorías. De este total, las gasolinas participaron con el 38.7%, el combustible con el 28.2%, el gas natural con el 22.1%, el gas licuado con el 10.2% y los productos no energéticos representaron el 0.8% restante.

Comercio Exterior de Energía Secundaria

	Petacalorías	%
Exportaciones	60.2	
Productos Refinados	58.45	97.1
Electricidad	1.75	2.9
Importaciones	110.6	
Productos Petrolíferos	109.4	98.9
Gasolinas	43.34	38.7
Combustóleo	30.85	28.2
Gas Natural	24.18	22.1
Gas Licuado	11.16	10.2
Productos no Energéticos	0.88	0.8
Coque y Electricidad	1.2	1.1

2.2.6. Consumo Nacional de Energía

Durante 1992, el consumo nacional de energía totalizó 1381.3 petacalorías. El sector energético utilizó 411.2 petacalorías, el 29.8% de la energía empleada, mientras que 970.1 petacalorías, el 70.2% del total, se destinaron al resto de los sectores de la economía. El consumo final no energético representó el 10.8% del consumo final nacional, con 105.1 petacalorías. De este total, 71.7% fue empleado por la industria petroquímica de PEMEX, que utiliza como materia prima gas natural, etano, propano butano y naftas; el restante 28.3% fue utilizado en diversas ramas industriales y del transporte, en forma de asfaltos, lubricantes, grasas, parafinas y solventes.

El consumo final energético representó el 89.2% del consumo final nacional con 865.0 petacalorías. En conjunto, los derivados de los hidrocarburos participaron con el 78.4% del consumo final energético, la electricidad con 9.7%, la leña, el bagazo y el coque con el 11.9% restante.

Consumo Nacional de Energía

	Petacalorías	%
Sector Energético	411.2	29.8
Sectores de la economía restantes	970.1	70.2
TOTAL	1381.3	100

Consumo Final Energético

	Petacalorías	%
Consumo Final Energético	865.00	89.2
Derivado de Hidrocarburos	678.16	78.4
Electricidad	83.91	9.7
Leña, Bagazo, Coque	102.94	11.9
Consumo Final no Energético	105.10	10.8
PEMEX	75.36	71.7
Ramas Industriales y del Transporte	29.74	28.3
TOTAL	970.11	100

2.2.7. Consumo Final Energético por Sectores

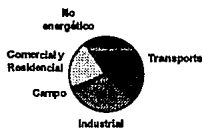
En 1992, los indicadores del consumo final energético por sectores acentúan la importancia del sector transporte; la participación de este sector fue de 39.9% del consumo final energético. La de el sector industrial se ubicó en 33.9% del total. El agregado conformado por los sectores residencial, comercial y público, tuvo una participación del 23.6% y por último, el sector agropecuario contribuyó con el 2.6%.

CONSUMO DEL SECTOR ENERGETICO (28.8%)



A: Consumo por transformación
B: Autoconsumo y pérdidas

CONSUMO FINAL TOTAL (70.2%)



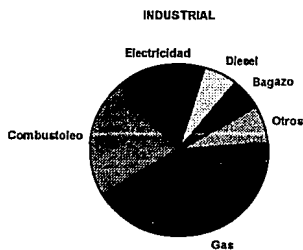
2.2.7.1. Sector Industrial

La industria consumió en 1992 un total de 293.2 petacalorías. De este total, el 44.2% correspondió a gas natural, 22.1% a combustóleo, 15.5% a electricidad, 5.7% a bagazo de caña, 4.8% a coque y el 7.7% restante lo conforman el diesel, el gas licuado y las kerosinas.

Las industrias consideradas son petroquímica, siderúrgica, química, azúcar, cemento, celulosa y papel, minería, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, refrescos y aguas envasadas, automotriz, construcción aluminio, hule y tabaco.

Consumo del Sector Industrial

Producto	Petacalorías	%
Gas Natural	129.59	44.2
Combustóleo	64.80	22.1
Electricidad	45.45	15.5
Bagazo de Caña	16.71	5.7
Coque	14.07	4.8
Diesel, Gas Licuado, Kerosinas	22.58	7.7
TOTAL	293.2	100



Es importante señalar que ciertas industrias cuentan con instalaciones para la generación de electricidad, que cubre una parte de sus requerimientos eléctricos totales. La capacidad instalada de los autoprodutores privados de electricidad registrada en 1992 fue de 2625.7 MW; compuesta en su mayor parte de centrales térmicas: 75.5% a vapor, 20.6% a gas, 2.3% en hidroeléctricas y 1.6% en plantas de combustión interna. La autogeneración de energía eléctrica totalizó 8.2 petacalorías en 1992.

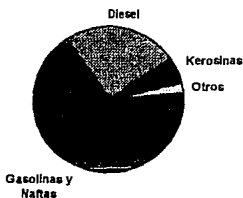
2.2.7.2. Sector Transporte

En 1992 el sector transporte sumó 345.1 petacalorías. De este total, las gasolinas aportaron el 66.6%, el diesel 25.6%, las kerosinas el 6.1%, el combustóleo 0.2%, el gas licuado 1.3% y la electricidad el 0.2%.

Consumo del Sector Transporte

Producto	Petacalorías	%
Gasolinas	229.84	66.6
Diesel	88.35	25.6
Kerosinas	21.05	6.1
Combustóleo	0.69	0.2
Gas Licuado	4.49	1.3
Electricidad	0.69	0.2
TOTAL	345.1	100

TRANSPORTE



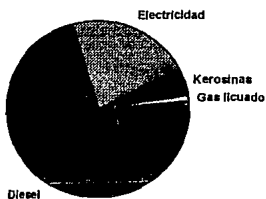
2.2.7.3. Sector Agropecuario

El sector agropecuario consumió 22.7 petacalorías en 1992. Los energéticos que se utilizaron fueron el diesel, que participó con 72.7%, la electricidad con 21.5%, las kerosinas con el 4.6% y el gas licuado con 1.2%.

Consumo del Sector Agropecuario

Producto	Petacalorías	%
Diesel	16.50	72.7
Electricidad	4.88	21.5
Kerosinas	1.04	4.6
Gas Licuado	0.27	1.2
Total	22.7	100

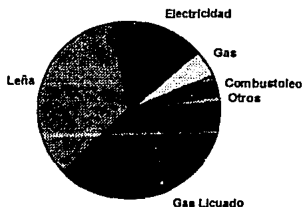
AGROPECUARIO



2.2.7.4. Sector Residencial, Comercial y Público

En 1992, el sector residencial, comercial y público consumió 204.0 petacalorías. Para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos, iluminación, calefacción, calentamiento de agua y alumbrado público, entre otros, se utilizaron gas licuado, que participó con 38.7% del total, la leña con el 35.1%, la electricidad con 16.1%, el gas natural con 4.9%, el combustible con 4.0%; y las kerosinas, y el diesel aportaron el 1.2% en forma conjunta.

RESIDENCIAL COMERCIAL Y PUBLICO



- a) **Residencial:** Durante 1992, el consumo energético del subsector residencial representó el 84.4% del consumo total del sector. Los energéticos de mayor consumo fueron la leña que aportó el 41.6% del total del subsector, por un equivalente a 71.7 petacalorías; el gas licuado con 68.0 petacalorías y una participación de 39.5%; la electricidad con 20.7 petacalorías que representó el 12.0%, y el restante 6.9% aportado por el gas natural no asociado, el gas residual y las kerosinas.

- b) **Público:** Finalmente, los servicios públicos requirieron 4.2 petacalorías, que representaron el 2.1% del consumo total del sector. Su consumo se integró básicamente por electricidad.

- c) **Comercial:** Por lo que respecta al sector comercial, su consumo fue de 27.6 petacalorías, 13.5% del total del sector. Los principales energéticos utilizados fueron la electricidad que participó con el 28.8% y empleó 7.9 petacalorías, el gas licuado que incide con el 40.1%, utilizando 11.1 petacalorías, y el restante 31.1% repartido entre el combustóleo, el diesel y el gas, que sumaron 8.6 petacalorías.

2.3. MERCADO ELECTRICO

Es necesario tomar en cuenta que la demanda de energía eléctrica se presenta en forma instantánea y que, esencialmente, no es factible producirla y almacenarla, sino que se produce en el momento en que es demandada. Es por esto que la planificación de la expansión del sector eléctrico se vuelve de vital importancia, garantizando que la oferta disponible se conserve siempre por encima de la demanda, manteniendo un nivel de confiabilidad aceptable.

2.3.1. Factores de influencia

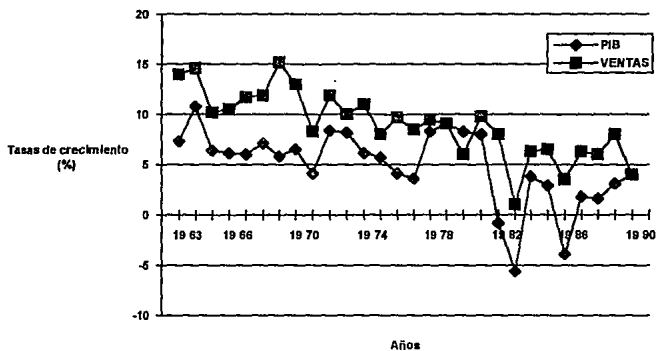
Los dos factores más importantes que determinan el nivel de demanda de energía eléctrica son el grado de desarrollo económico y la masa poblacional. El primero porque refleja el volumen y tipo de la

producción, que es la principal fuente de consumo energético, y el segundo debido a que la población y su crecimiento determinan una expansión natural del sector eléctrico.

Siendo más específicos, la Energía Demandada (ED) evoluciona en función del Producto Interno Bruto (PIB), la Inversión Bruta Fija Acumulada (IBFA) y la población (P). El PIB representa al ritmo de la actividad económica, la IBFA mide la cantidad de bienes de que dispone la economía para realizar su cometido, y la P indica el volumen demográfico.

Es importante señalar que el sector eléctrico siempre ha crecido a un ritmo mayor que la economía, incluso durante la última década, que se caracterizó por un crecimiento económico lento. Las ventas internas de energía eléctrica en dicho período sin considerar exportaciones, crecieron a una tasa anual promedio de 5.9%. En la siguiente gráfica se presenta la evolución histórica de las tasas de crecimiento de las ventas internas de energía eléctrica y del PIB. Además, en los países que no han completado su electrificación existen factores de tipo social que inducen la expansión del sector eléctrico, aún en periodos de depresión económica.

VENTAS DE ENERGIA Y PIB



Adicionalmente, otros factores que influyen en la demanda de energía son: las variaciones climáticas, que pueden afectar sensiblemente la demanda durante un año pero que no muestran una tendencia de largo plazo; los cambios tecnológicos, con efectos que se manifiestan más bien en el largo plazo; y las modificaciones en el nivel del precio real de la electricidad, con un efecto inverso en el consumo de energía.

2.3.2. División del mercado nacional

En México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) genera la energía eléctrica necesaria a partir de prácticamente todas las fuentes tradicionales para la generación, como plantas termoeléctricas, carboléctricas, hidroeléctricas, nuclear en Laguna Verde y próximamente, la planta eólica en el estado de Zacatecas. La estructura actual de las tarifas de energía eléctrica se basa en los costos de suministro a los usuarios, por lo cual se toman en cuenta las diferencias regionales, estaciones del año, horarios de consumo, nivel de la tensión y demanda.

Generalmente está formada por cuatro conceptos principales que son: por consumo de energía eléctrica (Kwh), por cargos fijos (mantenimiento, por ejemplo), por bajo factor de potencia (cuando es menor a 0.9) y por demanda máxima (KW).

Los cargos por concepto de demanda se basan en los costos de generación de energía eléctrica, de la transmisión y distribución de la misma. Los cargos por concepto de energía comprenden los costos del combustible, mantenimiento y otros gastos relacionados con la operación.

La estructura de la tarifa se divide como sigue:

Tarifa 1. Denominación: Residencial. Condiciones: Baja tensión sin límite de carga.

Esta tarifa se aplica a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico. Sólo se suministran en baja tensión.

Comercial: Usuarios de las tarifas 2 y 3, para servicio general de baja tensión, formadas por establecimientos pequeños de empresas industriales, comerciales y de servicios:

Tarifa 2. Denominación: Servicios generales. Condiciones: Baja tensión y hasta 25 kW.

Para todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de hasta 25 kW.

Tarifa 3. Denominación: Servicios generales. Condiciones: Baja tensión y cargas mayores de 25 kW. Para todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 kW.

Tarifa 5 y 5A. Denominación: Alumbrado público. Condiciones: Alta o Baja tensión sin límite de carga. Esta tarifa se aplica al suministro de energía eléctrica para el servicio de semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos. La tarifa 5 se aplica únicamente para las zona conurbadas de México, D.F., Monterrey y Guadalajara. La tarifa 5A se aplica para el resto del país.

Tarifa 6. Denominación: Bombeo de aguas. Condiciones: Media o Baja tensión sin límite de carga. Esta tarifa se aplica al suministro de energía eléctrica para el servicio público de bombeo de agua potables o negras.

Tarifa 7. Denominación: Servicio temporal. Condiciones: Baja tensión sin límite de carga. Para todos los servicios que destinen la energía temporalmente a cualquier uso.

Tarifa 9. Denominación: Bombeo agua riego agrícola. Condiciones: Media o Baja tensión sin límite de carga. Esta tarifa se aplica exclusivamente a los servicios en alta o baja tensión que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.

Industrial: Los consumidores industriales se clasifican en base a la tensión del suministro y demanda máxima contratada, considerándose dos grandes categorías; media tensión y alta tensión que a su vez se dividen en 2 y 5 tarifas respectivamente:

Tarifa	Denominación	Servicio
OM	Ordinaria media tensión	Media tensión y cargas mayores a 20 kW y menores a 1000 kW
HM	Horaria media tensión	Media tensión y cargas igual o mayor a 1000 kW
HS	Horaria alta tensión	Alta tensión a nivel subtransmisión de 35 a 220 kV
HT	Horaria alta tensión	Alta tensión a nivel transmisión de 220kV o más
H-SL	Horaria alta tensión larga utilización	Alta tensión a nivel subtransmisión de 35 a 220kV
H-TL	Horaria alta tensión larga utilización	Alta tensión a nivel transmisión de 220kV o más
I-30	Servicio ininterrumpible	Alta tensión a niveles transmisión y subtransmisión para cargas iguales o mayores a 20,000kW

Para la aplicación e interpretación de dichas tarifas se considera que:

- Baja tensión, es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1.0 kV
- Media tensión, es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1.0 kV, pero menores o iguales a 35 kV
- Alta tensión a nivel subtransmisión, es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 35 kV, pero menores a 220 kV

- Alta tensión a nivel transmisión, es el servicio que se suministra en niveles de tensión iguales o mayores a 220 kV

Cabe señalar, que la clasificación sectorial no es realmente una clasificación por el tipo de actividad económica de los usuarios, sino por su situación tarifaria.

A continuación se muestran las tasas medias de crecimiento anual por período decenal, incluyendo el período de pronóstico. Como se observa, con excepción de la tarifa agrícola, para el período del pronóstico (1990-2000) se esperan tasas de crecimiento de las ventas superiores a las de la última década (1980-1990). Esto se debe fundamentalmente a que se espera un mayor desarrollo de la economía, del 5.1% anual en promedio.

Tasas Medias de Crecimiento Anual (%)

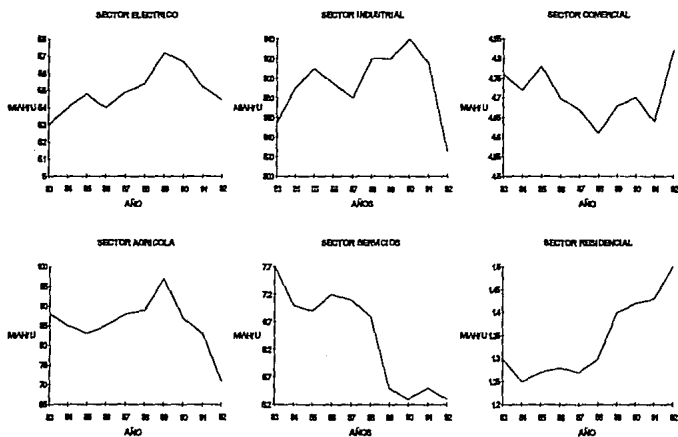
Sector	1962-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000
Residencial	12.3	10.9	7.4	7.7
Industrial	13.9	9.3	6.2	7.5
Comercial	10.1	6.0	3.6	5.9
Agrícola	10.2	10.8	6.0	6.0
Servicios	11.4	8.8	2.2	6.6
TOTAL	12.5	9.2	5.9	7.2
PIB	7.0	6.6	1.4	5.1

2.3.3. Ventas de Energía Eléctrica por Sectores

En 1992, la demanda de ventas de energía eléctrica ascendió a 99,611 GWh y el número total de usuarios fue de 17,603. De este total, las ventas por sector se distribuyen de la siguiente forma:

Sector	% del Total	Número de usuarios
Residencial	24.6	15,504,000
Industrial	55.1	63,000
Agrícola	5.8	78,000
Servicios	5.0	74,000
Comercial	9.5	1,884,000

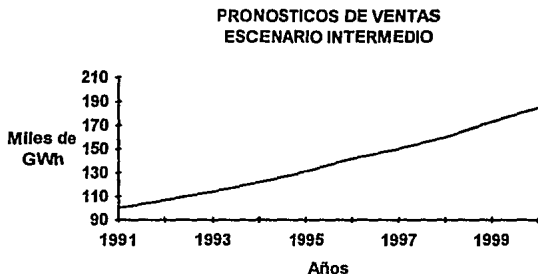
En cuanto al comportamiento y tendencia del consumo por usuario, a continuación se muestra por sectores.



Cabe hacer notar la tendencia ascendente en los últimos años en los sectores residencial y comercial, por lo que el hacer hincapié en la importancia de un estudio energético con vistas al uso eficiente de la energía en dichos sectores es uno de los objetivos de este trabajo.

2.3.4. Tendencia actual y pronóstico al año 2000

Una vez analizados estos factores, se realizan los pronósticos de energía neta utilizando las proyecciones de las variables económicas y demográficas al año 2000, como se muestra en la siguiente gráfica.



Así pues, con la energía neta se obtiene la energía bruta mediante la adición de usos propios estimados para las centrales, y las ventas se determinan mediante la sustracción de las pérdidas estimadas.

Se puede estimar con una confianza del 80% que la tasa media de crecimiento anual de las ventas para el periodo 1990-2000 será entre 6.1% y 7.8% con el escenario intermedio, entre 6.5% y 8.4% con el escenario alto, y entre 5.7% y 7.3% con el escenario bajo.

2.4. INTENSIDAD ENERGETICA

La eficiencia energética consiste en obtener los mismos o mejores servicios con menos energía.

Este concepto parece intangible comparado con fuentes concretas como carbón y petróleo, y quizá esto explique su descuido relativo por parte de los encargados de establecer políticas. A diferencia de la industria de suministro de energía, la eficiencia está completamente descentralizada, involucrando a cada consumidor individualmente. Su impacto económico es proporcional a su amplia distribución.

Un parámetro estadístico ligado directamente a la Eficiencia Energética de un país es lo que se denomina Intensidad Energética, esto es, los requerimientos internos de energía por unidad de Producto Interno Bruto PIB (MJ/\$PIB) ó en otras palabras, la energía consumida para lograr una unidad de producto terminado (kcal/\$producido), (joules/lanta), (kcal/ton cemento).

Por lo tanto, una disminución en el valor de la Intensidad Energética se interpreta como un uso más eficiente de la energía en dicho país (eficiencia energética).

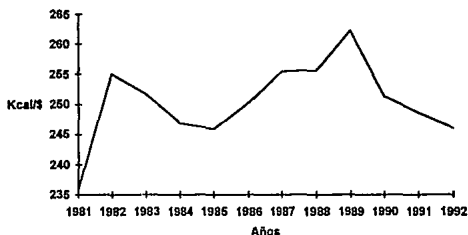
En México, durante 1992, los requerimientos internos de energía por unidad de Producto Interno Bruto fueron de 246.1 kilocalorías por cada peso producido, cifra 1.0% inferior a la registrada en 1991, en tanto que el coeficiente resultante de la relación entre el crecimiento del consumo de la energía y la variación del Producto Interno Bruto (PIB) fue de 0.6%.

Por su parte, el consumo nacional de energía por habitante fue de 16.3 millones de kilocalorías en 1992, cifra 0.6% inferior a la registrada en 1991.

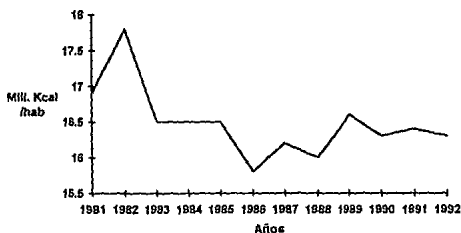
INDICADORES ECONOMICOS Y ENERGETICOS 1981-1992

Año	Consumo Nacional de Energía (petacalorías)	PIB Nacional (millones de pesos 1980)	Intensidad energética (kcal/\$ producido)	Consumo per Cápita de energía (mill. de kcal/hab)
1981	1147.465	4862219	236.0	16.9
1982	1232.603	4831689	255.1	17.8
1983	1165.293	4628937	251.7	16.5
1984	1183.975	4796050	246.9	16.5
1985	1209.810	4920430	245.9	16.5
1986	1184.612	4732150	250.3	15.8
1987	1232.870	4825445	255.5	16.2
1988	1249.956	4887841	255.7	16.0
1989	1324.290	5048950	262.3	16.6
1990	1325.930	5276684	251.3	16.3
1991	1359.400	5468560	248.6	16.4
1992	1381.267	5612922	246.1	16.3

INTENSIDAD ENERGÉTICA 1981-1992



CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA 1981-1992



2.5. INDICADORES ENERGETICOS

El consumo nacional de energía se incrementó en 1.6% durante 1992. Del total, el 29.8% fue consumido por el sector energético y el 70.2% se destinó a consumo final. En 1992, el consumo final de energía creció en 1.7% respecto al año anterior. Mientras que el consumo energético aumentó en 1.1%, el consumo no energético se elevó en 7.3%.

Las exportaciones de energía se incrementaron en 1.5% mientras que las importaciones se incrementaron en 25.6%, de donde las importaciones de electricidad registraron un aumento de 60.3%.

La producción de electricidad elevó su participación en el total nacional en 0.5 puntos porcentuales, con un crecimiento significativo de la hidroenergía.

El monto de energía no aprovechada, constituida por el envío a la atmósfera de gas y condensados y en forma marginal por derrames accidentales de petróleo crudo, ascendió a un total de 44.3 petacalorías, cantidad superior en 10.8% a la observada en 1991. En cuanto a las pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento, estas ascendieron a 14.7 petacalorías.

2.6. PROBLEMATICA ACTUAL

Si bien es cierto que el Sector Energético actual tiene bases suficientes para ser proyectado al futuro, apoyando la estrategia de modernización; también lo es que su potencial para responder con la velocidad que requerirá la recuperación de la economía se limitó, debido principalmente a una reducción en las inversiones. En otras palabras, el factor determinante del desarrollo del sector pasó a ser de orden financiero-presupuestal.

Aunque se mantiene el suministro energético, se han restringido las inversiones en exploración y desarrollo de campos petroleros, en capacidad de refinación y almacenamiento, así como en instalaciones de generación, transmisión y distribución de electricidad, y en el mantenimiento del conjunto de estas instalaciones.

Con este rezago en la inversión, el sector perdió espacios de seguridad y margen de maniobra, lo que podría constituirse en un freno para el crecimiento sostenido.

Por otro lado, la producción de crudo empieza a caer; los procesos primarios de refinación operan al máximo de su capacidad, la insuficiente integración de los procesos secundarios limita la producción de derivados de mejor calidad y se presentan problemas en las áreas de transporte y almacenamiento de crudo y derivados.

En cuanto al mercado interno de energía, la demanda tiene una relación alta con el comportamiento de la economía: Entre 1970 y 1982 el consumo de energía tuvo un crecimiento medio de 8%. A partir de 1983, esta tendencia se modificó y para 1988 el nivel de consumo es de apenas 1.9% mayor a la registrada en 1982.

En el renglón ambiental, aún cuando el sector ha llevado adelante acciones unilaterales y participa en esfuerzos coordinados, existen amplios márgenes de acción, particularmente en áreas de gran concentración urbana, que a su vez requieren de la canalización adecuada de recursos.

También, los esfuerzos realizados para promover el ahorro y uso eficiente de energía no llegaron a ejecutarse dentro de un programa integral y de amplia participación, por lo que las acciones llevadas a cabo resultaron limitadas.

En México, el consumo por habitante aún es bajo y todavía hay demandas insatisfechas; además el nivel de intensidad energética es todavía un poco alto, particularmente en la industria y, consecuentemente un proceso de crecimiento sostenido requerirá de mucha más energía.

2.7. PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACION ENERGETICA 1990-1994

No debemos olvidar que el sector aparte de superar la problemática reseñada, deberá enfrentar lo siguiente:

- Que no obstante los logros alcanzados en la resolución del sobreendeudamiento externo, los recursos financieros seguirán siendo limitados.
- Que la disponibilidad de reservas de energéticos convencionales aprovechables no cambiará. El país seguirá dependiendo de los hidrocarburos, y deberán aprovecharse en la rama eléctrica potenciales y reservas moderadas de recursos hidráulicos, geotérmicos, de carbón y uranio.
- Que los costos de explotación y transformación de los hidrocarburos aumentarán por aspectos de orden técnico y ambiental.

Por todo esto, es que ante la perspectiva de retomar la senda del crecimiento económico sostenido y avanzar en el proceso de industrialización del país, resulta necesario actuar decididamente en la racionalización de la demanda, fortaleciendo el carácter prioritario del ahorro y uso eficiente de la energía.

El aprovechamiento del potencial de ahorro de energía del propio Sector Energético es normalmente mucho menos costoso que la producción adicional de una cantidad equivalente de energía.

De ahí, se origina un reto fundamental para el sector: asegurar la disponibilidad de energía que exige el proceso de desarrollo, con eficiencia, oportunidad y atendiendo al ambiente. Esto, haciéndolo crecer y consolidarse en términos de la oferta y racionalizando la demanda mediante la optimización de esfuerzos de productividad, eficiencia y ahorro de recursos.

La estrategia para lograr en términos realistas y objetivos un crecimiento económico sostenido y un avance del proceso de industrialización junto con el desarrollo del Sector Energético, se plantea en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 creado para establecer el camino que los procesos de modernización seguirán en lo económico, social y político.

Este plan incluye el Programa Nacional de Modernización Energética, el cuál es una de las bases para la estrategia del desarrollo. Como prioridad establece un análisis general de la situación del sector energético, destaca la importancia de la planeación de dicho sector, así como las dificultades que enfrenta. Sus objetivos son:

- Garantizar el suministro de energéticos
- Fortalecer los lazos entre el sector energético y la economía, la sociedad y la protección del ambiente.
- Consolidar un mejor, mas moderno y mejor integrado sector energético.

Establece como reto fundamental del sector energético el asegurar la disponibilidad de energía que exige la modernización de México, misma que debe darse con eficiencia, oportunidad y particular atención al cuidado del ambiente, y propone atender cinco prioridades básicas de la política energética nacional:

- Productividad
- Ahorro y uso eficiente de energía

- Financiamiento del desarrollo y expansión de la oferta
- Diversificación de fuentes
- Participación eficaz en el mercado internacional.

2.8. AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGIA

El Programa Nacional de Modernización Energética otorga máxima prioridad al ahorro y uso eficiente de la energía a través de un esfuerzo integral en el que participe toda la sociedad.

“En México, existe un potencial para el ahorro de energía de 300,000 barriles diarios de petróleo crudo”

Ante una perspectiva de escasez relativa de recursos financieros, el mayor paso de las acciones en materia de ahorro de energía deberán realizarlas directamente los propios consumidores.

Por su parte, el Gobierno Federal con una política realista de precios y tarifas y otro instrumentos, promoverá el cambio de hábito hacia consumos más racionales de los energéticos.

Por lo tanto, las líneas de acción serán las siguientes:

- Asignar partidas presupuestales específicas en empresas paraestatales para la ejecución de acciones de ahorro de energía.
- Evaluar la conveniencia de establecer esquemas de apoyo fiscal y financiero para ahorros energéticos.
- Realizar diagnósticos energéticos en los sectores industrial, transporte y comercial.
- Establecer normas de eficiencia para los principales aparatos y equipos que utilizan energía.
- Promover la realización de campañas de concientización e información al público; la inclusión del ahorro de energía en programas de estudio a nivel básico; ejecución de asesorías y asistencia técnica.

2.9. MEDIDAS ENERGÉTICAS A NIVEL NACIONAL

El incremento en la demanda de energía y la inestable oferta de energéticos han creado la consciencia hacia el valor que los energéticos tienen en nuestro modo de vida. Así pues, muchos países están adoptando acciones con tendencias a conservar energéticos y ahorrar energía en los sectores industrial, comercial, de servicios, de agricultura y doméstico, debido a que se prevee un crecimiento continuo en el costo de la energía primaria.

Las acciones contempladas cubren tanto aspectos internos del sector, específicamente en centrales eléctricas, redes de transmisión, distribución y locales administrativos, así también como aspectos externos con los usuarios.

Como medidas específicas internas, se tomaron acciones para la puesta a punto de la combustión en el 100% de las plantas del país, así como el mejoramiento de equipos generadores de vapor para reducir pérdidas de calor y aumentar la eficiencia de la combustión.

Para la redes de transmisión y distribución se trata de implantar una metodología para el registro de los intercambios de energía en los puntos de entrega, hasta el nivel de zona de distribución. El resultado es un balance de energía, que permite localizar las zonas o áreas de alta incidencia de pérdidas y en consecuencia definir las acciones para mejorar las condiciones de operación.

Las medidas tomadas en conjunto con los usuarios comprenden proyectos de utilización de lámparas fluorescentes en lugar de incandescentes en usuarios domésticos y comercios, acciones de ahorro de energía en tiendas de autoservicio, hoteles, edificios de entidades gubernamentales, servicios municipales y agrícolas. Se cuenta además con esquemas de financiamiento integral para industrias y programas de orientación y consulta para diversas asociaciones y cámaras.

3. DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

3.1. PROGRAMAS DE CONSERVACION ENERGETICA

La conservación de la energía son todas aquellas acciones tendientes a lograr el uso eficaz de los recursos energéticos finitos. Para ello son medidas básicas la racionalización de la energía, que debe ser entendida como la eliminación de despilfarros y aumento de eficiencia en su empleo, y la reducción del consumo específico, es decir, reducir el consumo de energía sin sacrificar el nivel de vida.

Una vez analizado el panorama energético nacional actual y su proyección a futuro, es fácil encontrar una razón para fomentar los programas de conservación de energía, tanto primaria como secundaria, en todos los sectores del país. Aunque existe el Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994, es importante el desarrollo de programas particulares de conservación energética, alineados con los objetivos marcados por el Programa Nacional. Sin embargo, es importante señalar que aunque existe un elevado potencial de ahorro de energía en todos los sectores del país, este no se desarrollará mientras los programas de conservación energética no sean planeados, diseñados, estructurados, financiados, construidos, puestos en marcha y mantenidos. Debe analizarse y determinarse detalladamente cuanta energía puede ser ahorrada mediante tecnología accesible, de forma que se obtengan utilidades a corto y mediano plazo a partir de los ahorros de energía encontrados.

Para lograr arrancar un sistema de ahorro de energía existen varios caminos. Uno de ellos se plantea de manera teórica con la metodología siguiente:

1. Compromisos Gerenciales
2. Establecimiento de la situación actual (Diagnóstico energético)
3. Implantación de acciones
4. Desarrollo Continuo

3.1.1. Compromisos Gerenciales

La implementación de los programas de ahorro de energía debe contar desde el inicio con el apoyo de la alta gerencia. Ellos deben ser los responsables de crear una cultura de uso racional y de ahorro de energía dentro de su organización, y de velar por el cumplimiento de las políticas creadas para ello. Deben establecer una organización que los apoye en la implementación del programa y en la supervisión de los resultados que con el se obtengan.

Pueden distinguirse tres métodos básicos de organización para dar forma a los programas de conservación energética, obviamente con el apoyo de la gerencia:

- Comités de conservación de energía
 - Departamento de ahorro de energía
 - Asesoría externa
-
- Comités de conservación energética: Tienen la gran ventaja de que se encuentran formados con elementos del personal existente en los distintos departamentos de la industria o edificio en cuestión, y que conocen a fondo los problemas existentes y los puntos en los que existen pérdidas energéticas. Sin embargo, los comités presentan el inconveniente de que implican una mayor carga de trabajo para los empleados que lo integran, ya que además de sus funciones regulares deben capacitarse y dar seguimiento a los planes de acción propuestos para lograr el objetivo, que en este caso es el ahorro de energía. Generalmente en organizaciones de este tipo, el objetivo del comité pasa a un segundo nivel de importancia. De los tres métodos de implementación este es el que resulta más económico, pero es en la mayoría de los casos el que entrega menores resultados.

- **Departamento de ahorro de energía:** Este es el segundo acercamiento al problema de organización para el establecimiento de un programa de conservación energética. Una organización de este tipo implica la creación de un nuevo departamento con la función específica de desarrollar y evaluar proyectos de ahorro de energía, auxiliado por personal distribuido en cada departamento, que reportan las áreas de oportunidad de ahorro energético. Cuando se logra instalar una organización de este tipo suelen obtenerse muy buenos resultados, sin embargo, también tiene algunas desventajas: involucra un incremento de personal, gastos operativos y administrativos, y la necesidad de mantener capacitados y actualizados a los integrantes del departamento. En México actualmente, es difícil que una empresa cuente con los recursos necesarios para una organización de este tipo.

- **Asesores externos:** Presentan, con respecto a los anteriores, la ventaja de que es gente específicamente preparada para atacar este tipo de problemas, con los conocimientos y la experiencia necesarios para el desarrollo de programas y proyectos de conservación energética. Aunque el costo de la asesoría externa es generalmente elevado, no se compara con los costos en que se incurre con una organización como la anterior, ya que es un costo que ocurre una sola vez y no debe repetirse, y debe pagarse con los ahorros obtenidos en tiempos razonables. La implementación de un programa por parte de asesores externos debe incluir la capacitación del personal en las labores inherentes a él.

Cualquiera que sea el sistema de organización elegido dependiendo de los intereses y de los recursos de la administración, deben proveerse las condiciones adecuadas para el ahorro de energía, incluyendo un programa de concientización y mecanismos de motivación e integración de la gente al programa, con el fin de que se sientan involucrados directamente. Dentro de esta etapa es muy importante el establecimiento de metas tanto a corto como a mediano plazo.

3.1.2. Establecimiento de la situación actual (Diagnóstico energético)

Una vez contando con el compromiso gerencial para el ahorro de energía, y contando con la participación del personal, se procede al establecimiento de la situación actual. Para ello existen los diagnósticos energéticos, mediante los cuales se pretenden detectar los puntos en los que se utiliza energía, la eficiencia con la que esta se emplea y los puntos en los que existe desperdicio de energía. A partir de ellos, se proponen medidas para lograr un ahorro. Mas adelante en este capítulo se describe detalladamente lo que es un diagnóstico energético, su clasificación y la metodología propuesta para su desarrollo.

3.1.3. Implantación de acciones

Ya que se cuenta con un sistema de organización y que se han realizado los estudios adecuados y se sabe cuales son las medidas necesarias para lograr los ahorros de energía esperados, se procede con la implantación de dichas medidas. Generalmente se implementan en primer término las medidas que reportan ahorros sin la necesidad de inversión de capital, es decir, que solamente requieren de una filosofía de operación enfocada al ahorro de energía, sin comprometer el confort ni las actividades normales de los usuario del inmueble. Posteriormente se implementan las medidas que requieren inversión, que generalmente requieren de modificaciones, reemplazos o adiciones de equipo.

3.1.4. Desarrollo Continuo

Los programas de conservación energética no deben concretarse solo a implantar medidas tendientes a la conservación de la energía, sino al seguimiento del comportamiento del inmueble después de haber adaptado las medidas propuestas. Deben establecerse la medición de los

resultados obtenidos por la implantación de las medidas recomendadas y la realización un registro continuo del consumo de energéticos para evaluar los beneficios obtenidos por el programa de conservación de energía. De acuerdo con los resultados que puedan registrarse, pueden llegar a modificarse tanto el programa como los objetivos iniciales, de forma que se logre convertir a los programas de conservación energética en procesos de mejora continua en los que siempre se estén buscando nuevas medidas para disminuir la intensidad energética del edificio en cuestión.

3.2. DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

Un diagnóstico energético, como se mencionó anteriormente, es un estudio para detectar los puntos en los que se consume energía, el porcentaje y la eficiencia con la que esta se consume, y, en base a los datos recabados y a los estudios y análisis realizados, se proponen medidas para disminuir el consumo y la demanda de energía, incrementando de esta forma la eficiencia con la que se utiliza la energía.

En todo diagnóstico energético debe analizarse el consumo energético en todos los puntos en que se detecte uso de energía, tales como iluminación, aire acondicionado, elevadores, sistemas de bombeo, etc. Adicionalmente, en un diagnóstico energético en una industria deben analizarse los procesos, estudiando a detalle los diagramas de flujo y los puntos en los que ocurre transformación de energía, por ejemplo, de energía térmica a energía mecánica, o de energía mecánica a energía eléctrica, detectando las pérdidas en cada etapa.

3.3. TIPOS DE DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

Generalmente, los diagnósticos energéticos se clasifican en tres tipos, dependiendo del alcance que de ellos se espera y de las metas que se desean alcanzar:

- Diagnósticos energéticos de primer grado
- Diagnósticos energéticos de segundo grado
- Diagnósticos energéticos de tercer grado

3.3.1. Diagnósticos Energéticos de Primer Grado

Este tipo de diagnósticos incluyen medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y las necesidades de inversión son mínimas. Este tipo de diagnósticos se apoyan, por una parte en una inspección visual del estado de las instalaciones, de la calidad del mantenimiento y de la operación del inmueble, y por otra parte en registros históricos de consumo y demanda, es decir, los recibos de facturación de la compañía suministradora de energía. Durante los recorridos deben detectarse los puntos en que se considere que hay desperdicio de energía, tales como falta de aislamiento en los ductos de aire acondicionado, y en base a las observaciones se deben determinar los costos y los ahorros potenciales producto de la implementación de sistemas de administración de demanda y corrección del factor de potencia, así como los ahorros obtenidos por mejoras en la operación y el mantenimiento.

3.3.2. Diagnósticos Energéticos de Segundo Grado

Estos diagnósticos contemplan la evaluación de la eficiencia energética en los equipos principales del edificio. Estos incluyen los motores eléctricos y los equipos que estos manejan, los sistemas hidroneumáticos y de bombeo, compresores, etc. Para esta evaluación deben tomarse mediciones de gasto, temperaturas de operación y consumos específicos de energía, y deben compararse con las

especificaciones de diseño de los equipos y los datos de placa, con el fin de obtener las variaciones de eficiencia. Con esta información se procede a obtener las pérdidas de energía en cada uno de los equipos o procesos.

A manera de apoyo se emplean los balances de masa y energía y los planos unifilares actualizados, para establecer la distribución de energía en las instalaciones, así como los puntos en que se tienen pérdidas de energía, para determinar la eficiencia con que esta se emplea.

La parte final en este tipo de diagnósticos es la evaluación de las medidas a tomar desde el punto de vista económico. Es importante considerar que las medidas que se tomen deben pagarse con los ahorros obtenidos en un lapso de tiempo razonable, generalmente menor a 3 años.

3.3.3. Diagnósticos Energéticos de Tercer Grado.

Este tipo de diagnósticos se realizan principalmente en el sector industrial, y contemplan un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y de los parámetros de diseño de una instalación, mediante el uso de equipo especializado de instrumentación y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por personal de ingeniería.

En estos diagnósticos es común el empleo de técnicas de simulación para estudiar la interrelación entre los equipos involucrados en los procesos, ya que facilitan la evaluación de los efectos que ocurren bajo diversas condiciones de operación. Generalmente es necesario realizar análisis completos de conservación de materia y energía en los procesos.

Las medidas propuestas en este tipo de diagnósticos afectan directamente a los procesos, y debe realizarse un estudio detallado de los tiempos de recuperación de las inversiones, que generalmente son elevadas.

3.4. METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DE UN DIAGNÓSTICO ENERGETICO DE SEGUNDO GRADO

Una vez analizados los tipos de diagnósticos energéticos, para esta tesis se eligió el desarrollo de un diagnóstico de segundo grado, debido principalmente a que para lograr los alcances que se esperaban del proyecto fue necesario tomar mediciones y adicionalmente, al no ser una industria no es necesario analizar cambios de proceso, lo que lo convertiría en un diagnóstico de tercer grado. Es por ello que a partir de este punto, siempre que se mencione el término “diagnóstico energético”, esto se refiere a un diagnóstico de segundo grado.

Existen numerosas formas para realizar un diagnóstico energético, y lo que exponemos a continuación es una metodología particular para atacar el problema, aunque no necesariamente la única. Con el fin de que el entendimiento de la mecánica sea fácil, esta se dividirá en tres etapas:

- Recopilación de datos
- Análisis de resultados
- Análisis económico y propuestas de ahorro de energía

A continuación se describe a detalle la metodología para la realización de un estudio de este tipo.

3.4.1. Primera Etapa: Recopilación de Datos

Para un diagnóstico energético debe obtenerse información en formatos que nos permitan mantenerla organizada y fácil de analizar, para ello se utilizan formatos de encuesta como los que se muestran en el Apéndice A. La información que se requiere recabar puede dividirse en dos grandes grupos:

- Datos históricos, obtenidos de los recibos de facturación de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro o de la Comisión Federal de Electricidad, según sea el caso, y de los planos de

las instalaciones eléctricas y electromecánicas del inmueble, es decir, diagrama unifilar, diagrama de instalaciones eléctricas, iluminación, diagramas de instalación de aire acondicionado, sistemas de bombeo, etc.

- Datos obtenidos directamente. Tal es el caso de las curvas de demanda, datos de temperatura y humedad en el interior del inmueble, niveles de iluminación y tipos de lámparas y luminarias, estado de las instalaciones electromecánicas, costumbres de operación, etc.

Con la información recabada se procede a la realización de las tablas comparativas que apliquen, entre las cuales destacan las de consumo, demanda, factor de carga, factor de potencia y costo de la energía en cada uno de los últimos 12 meses.

Para la obtención de los datos es necesario realizar una serie de recorridos por las instalaciones, acompañados por el personal de mantenimiento o el personal encargado de la operación del edificio para identificar la ubicación de la subestación, los equipos de medición, los tableros de distribución y los equipos auxiliares, para llevar a cabo un levantamiento en campo de todas las cargas, identificando cada circuito y tomando lecturas de corriente en cada una de las tres fases (se deben revisar todos los equipos y tableros para detectar las anomalías físicas si es que existen, y los problemas de desbalances y calentamientos susceptibles de ser corregidos). Se toman también datos de placa de todos los equipos auxiliares (bombas, manejadoras de aire, elevadores).

Durante el levantamiento es necesaria la adecuada conexión del equipo de medición para obtener los perfiles reales de demanda y de consumo de los sistemas que consumen energía. El objetivo de esta actividad es el de disponer de cada una de las curvas típicas de demanda y consumo, general y por tipo de carga. En caso de no estar operando el acondicionamiento ambiental por razones climatológicas puede estimarse este rubro apoyándose en los datos de placa de los equipos que componen el sistema de aire acondicionado.

Asimismo, es importante la determinación del estado físico de los equipos instalados, ya que debe determinarse el estado en que estos se encuentran, la existencia de aislamientos en caso que sean necesarios, la correcta ubicación de los equipos y la calidad del mantenimiento que reciben, así como cualquier otra anomalía que pudieran presentar.

Parte importante del levantamiento es el referente a la iluminación del inmueble. Deben anotarse en formatos adecuados, la localización de las luminarias, estaciones de trabajo, tipo de tarea a desarrollar, reflectancia de las superficies, tipo de lámparas, balastos y equipos auxiliares, número y potencia de lámparas (incluyendo el consumo de los balastos), estado físico de gabinetes y difusores, niveles de iluminación y tipo de controles utilizados.

Para el caso del bombeo de agua se determinan sus características de operación (comprobando la existencia de fugas que pudieran ocasionar un funcionamiento excesivo de los motores), número y tipo de equipos, así como el estado físico en que se encuentran. Para elevadores se determinan sus características de operación, número y tipo de equipos, estado físico de los motores, así como los programas de funcionamiento y control de los mismos. Del resto de los equipos debe registrarse su cantidad y sus características principales.

Para concluir la primera etapa del diagnóstico, debe llevarse a cabo un estudio de las costumbres de operación del inmueble. En este estudio debe tomarse el cuenta el número de usuarios que se encuentran a lo largo del día dentro del inmueble y los horarios de encendido y apagado de cada uno de los equipos que componen los sistemas (alumbrado, aire acondicionado, elevadores, bombas, etc.), tomando en cuenta si la operación de estos equipos es continua o intermitente, para determinar si existen arranques y paros en los motores, con el objeto de realizar una gráfica que muestre la demanda de energía con respecto a la ocupación del inmueble y con el fin de detectar desperdicios en un día típico.

3.4.1.1. Medición en el diagnóstico energético

La medición confiable y precisa es una necesidad manifestada en los diagnósticos energéticos. Para que un diagnóstico sea válido, debe apoyarse en mediciones confiables y precisas.

Es indispensable antes de diagnosticar, el precisar cómo y cuando medir. En teoría, todas las mediciones referidas a instalaciones existentes, modificaciones, ampliaciones o gestión tecnológica deben realizarse en el sitio y bajo las condiciones normales de operación. A medida que el sistema se hace más complejo, la supervisión requerida del uso de la energía se vuelve más importante.

La importancia de contar con mediciones precisas radica en obtener una imagen real del proceso energético en una instalación, y del destino de la energía útil y la desperdiciada. Aún cuando las aplicaciones, usos finales, desperdicios y formas de energía integran una gama muy amplia, generalmente, los procesos de transformación siguen patrones bien establecidos y sencillos. Las formas más comunes de recepción de energía en instalaciones industriales y de servicios, son los combustibles y la energía eléctrica. Estos se transforman en energía térmica, trabajo mecánico, luz, calor, etc. Para la medición se parte del conocimiento de los parámetros que intervienen en cada etapa de la transformación.

La mayor parte de las mediciones se hacen en forma indirecta, a partir de efectos que el flujo de energéticos generan, y aquí se aprovechan cambios de características, de estado de fluidos, de volumen y variaciones de temperatura entre otros. Como ejemplo de lo anterior, tenemos que la temperatura se mide por el cambio de resistencia eléctrica en un conductor al fluir la energía y la corriente eléctrica se mide por la caída de tensión a través de una resistencia eléctrica.

En general, los principios básicos que la medición emplea son sencillos y sólidos. Su conocimiento es fundamental para interpretar con buen criterio los resultados que se obtengan.

3.4.1.2. Parámetros y variables principales a medir en un diagnóstico eléctrico.

Como punto de partida es importante identificar los principales puntos de utilización y/o pérdida de energía. En instalaciones industriales, el proceso puede ser muy complejo e incluso requerir de varios días de trabajo.

La identificación de los puntos anteriores permite discriminar los puntos en los que se requerirá realizar mediciones, para evitar el empleo de una cantidad injustificada de instrumentos de medición y de llenamos de demasiada información de poca utilidad. En esta etapa es importante la selección del equipo de medición que se requerirá, tomando en consideración los costos directos e indirectos de adquisición, custodia, calibración, operación, capacitación, y todos los costos adicionales que implica un instrumento de medición. Para tomar una decisión de compra o renta de equipo, es conveniente hacer un análisis de costo/beneficio.

A continuación se presenta una lista del equipo de medición recomendado por el Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE) para realizar mediciones completas y adecuadas en los diagnósticos energéticos de segundo y tercer grado:

Mediciones en sistemas eléctricos

Parámetro	Elemento de medición	Rango	Precisión Esperada
Corriente DC	Amperímetro Indicador	NA	Según clase
Corriente AC	Amperímetro Indicador	NA	Según clase
Corriente DC/AC	Amperímetro Registrador	5-30 A	Según clase
Tensión VDC	Voltímetro registrador	NA	Según clase
Tensión VAC	Voltímetro	--	Según clase
Potencia	Wattímetro	--	Según clase
Resistencia	Multímetro	0-1000V	
Consumo	Wattímetro		
Consumo	Analizador de demanda	30 min/30 días	Según clase
	C/indicador de Dem. Max.	15 min/30 días	Según clase
Factor de potencia	Factorímetro	-1.0 a 1.0	Según clase
Nivel de iluminación	Luxómetro	0-10000 Lux	Según clase

Medición en sistemas de energía térmica

Parámetro	Elemento de medición	Rango	Precisión Esperada
Temperatura B.S.	Termómetro		
	Alcohol/Cristal	-85 a 150°C	2.5 a 0.005
	Mercurio/Cristal	-40 a 500°C	2.5 a 0.005
Temperatura B.H.	Psicrómetro		
	Líquido c/carátula	0 a 100°C	+1%
	Alcohol	-85 a 150°C	+1%
	Mercurio	-40 a 500°C	+1%
	Term. Bimetal	-50 a 870°C	
	RTD (Resist. eléc.)	-180 a 590°C	
	Termo pares		
	Tipo J	-15 a 750°C	
	Tipo T	-60 a 370°C	
	Tipo K	-15 a 1260°C	
Pirómetro óptico	540 a 2750°C		
Distrib. Temperatura	Termógrafo	150 a 2750°C	.25 a 10%
Flujo	Rotámetro	75 a 1500 l/h	
	Presión diferencial	Varios tipos	
Presión	Manómetros	Varios tipos	
Vel. Aire	Anemómetro		
Análisis Gas	Orsat		
	Analizador electrónico		
Poder calorífico	Calorímetro		

3.4.1.3. Interpretación y manejo de lecturas

Una vez obtenidas las mediciones, se procede al análisis. Buen criterio y experiencia son dos conceptos indispensables para dar credibilidad y solidez a los valores obtenidos por medición directa o indirecta. El conocimiento y la observación de los procesos de utilización de la energía son también factores fundamentales para confirmar la validez y confianza en las cifras.

Los valores que finalmente se manejen en los cálculos, comparaciones, análisis, recomendaciones, etc. inducen impactos importantes, tales como cambios en inversión, producción, calidad, tiempos, etc. Un buen sentido común puede ayudarnos a desechar valores de eficiencia fuera de los rangos esperados y factibles, ya que aún cuando todo el proceso de medición se haya realizado correctamente, el equipo de medición cumpla con las características adecuadas y las fórmulas y operaciones matemáticas sean las indicadas, pueden obtenerse resultados que no sean representativos debido a factores fuera de nuestro control o a errores realizados sin darnos cuenta, tales como fallas en la calibración del equipo, mediciones no tomadas en los períodos de operación típicos del equipo, o que los puntos de medición no sean los adecuados.

Pueden presentarse también fallas en la legibilidad de los instrumentos, errores en los rangos elegidos para los instrumentos, etc. Dado que la lista de posibles errores es muy grande, deben tomarse las precauciones necesarias para reducir al mínimo la inseguridad o inconsistencia de las mediciones que se van a manejar.

En resumen, la ausencia de un buen criterio puede llevarnos a tomar como válidas lecturas correspondientes a una condición energética muy diferente a la realidad.

3.4.2. Segunda Etapa: Análisis de Resultados

La segunda etapa del diagnóstico energético es el análisis de los resultados obtenidos en el levantamiento. Durante esta etapa se debe comenzar por la vaciar la información recabada en la etapa anterior en tablas que muestren los datos de forma adecuada y comprensible, realizando gráficas comparativas del consumo, la demanda y el porcentaje que representa cada carga respecto al total. A modo comparativo pueden realizarse tablas en las que aparezca la carga real instalada por cada sistema junto con los valores tomados de las mediciones.

Posteriormente se realiza un análisis detallado donde se determinen las características de operación de los equipos de acondicionamiento ambiental, estudiando el nivel de confort que se obtiene con estos equipos y verificando si tienen la capacidad suficiente para abatir la carga térmica demandada, determinando la eficiencia y tipos de los sistemas existentes, así como los elementos de control con que cuentan los equipos instalados. A partir de este análisis se detectan los puntos de oportunidad de ahorro de energía. Durante esta etapa deben determinarse también los efectos térmicos debidos a las condiciones propias del inmueble como son orientación, materiales exteriores, áreas de ventanas, sombras recibidas a lo largo del día, etc.

3.4.3. Tercera etapa

Durante esta etapa, y basándose en los resultados obtenidos hasta este punto, se procede a proponer medidas aplicables para el ahorro de energía del inmueble. Pueden distinguirse tres categorías de medidas que pueden ser aplicadas:

- Medidas que no requieren de inversión inicial de capital, en las que el ahorro de energía se logra únicamente por cambios en las costumbres de operación y en el mantenimiento de las instalaciones y los equipos electromecánicos del edificio.

- **Medidas que requieren inversión inicial de capital, donde el ahorro se logra mediante cambios en los sistemas existentes como iluminación y aire acondicionado, o con la instalación de nuevos sistemas, como pueden ser sistemas de control de demanda y control horario de equipos.**
- **Medidas que requieren de investigación y desarrollo y que no solo involucran una inversión inicial, sino también contemplan actividades de estudio de nuevas tecnologías.**

La decisión en las medidas que deben proponerse debe basarse en el grado de los ahorros que se quiere obtener y en el presupuesto con el que se cuenta para la implementación de dichas medidas. Normalmente se realiza una estimación de los ahorros potenciales que se pueden obtener sin inversión de capital, solamente con una filosofía de operación enfocada al ahorro de energía y sin comprometer el confort ni las actividades normales de los usuario del inmueble. Para esto es necesaria la impartición de cursos y pláticas para los encargados de la operación del edificio, para concientizarlos sobre las ventajas que pueden obtenerse. Posteriormente se evalúan las medidas que requieren inversión, mismas que implican generalmente modificaciones, reemplazos o adiciones de equipo, y requieren de la realización de dibujos, planos y/o especificaciones para su adquisición y posteriormente para su instalación.

3.4.4. Evaluación económica de un diagnóstico energético

El estudio de evaluación económica es la parte final de toda secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto y como tal, es una parte fundamental de todo diagnóstico energético. Es importante que los proyectos de este tipo sean autofinanciables, es decir, que con los ahorros obtenidos con las medidas propuestas, se paguen en plazos no mayores a 2 o 3 años y con tasas internas de retorno atractivas.

Los procedimientos más simples que pueden emplearse para tener una apreciación inicial de la rentabilidad de las distintas alternativas son los métodos parciales de evaluación. Aunque no

consideran todos los factores que intervienen en un análisis económico de inversión, efectúan una evaluación rápida y simple de las alternativas y permiten descalificar aquellas que no resultan económicas. Los métodos parciales mas usados son:

- **Período de recuperación simple:** Determina el número de años requerido para que la inversión se pague con los beneficios resultantes.
- **Utilidad sobre la inversión:** Calcula los beneficios anuales promedio netos como un porcentaje del valor original de la inversión.

Existen métodos adicionales para análisis financiero que consideran los costos y beneficios totales a lo largo de la vida de la inversión, así como el flujo de efectivo en el tiempo mediante una tasa de rendimiento. Algunos de los más importantes son los descritos a continuación:

- **Método del valor presente neto:** Calcula la diferencia entre los beneficios y los costos de una inversión referidas al valor presente. Esta diferencia se conoce como valor presente neto y equivale al valor que resulta de restar la suma de los flujos, en este caso de los ahorros, a la inversión inicial. El criterio de aceptación es el de seleccionar las alternativas cuyo valor presente neto sea mayor, es decir, aquel proyecto cuyas utilidades a lo largo de su vida útil sean más atractivas con respecto a la inversión inicial. Para este método, es necesario pasar el flujo de caja existente a lo largo de todo el proyecto al valor equivalente en el presente mediante la fórmula siguiente:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

Donde P es el valor presente, F es el valor en el año n , i es la tasa anual de interés y n es el número de años.

En el caso de que exista un flujo que se repita constante a lo largo de varios años, puede simplificarse el cálculo utilizando la fórmula siguiente, en la cual los valores que se repiten son conocidos como anualidades (A):

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

- Método de la relación costo/beneficio: Este método expresa los beneficios como proporción de los costos. En él, tanto los costos como los beneficios se refieren a valor presente y se espera que la relación beneficio/costo resulte mayor que 1.
- Método de la tasa interna de retorno (TIR): La tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea igual a cero, es decir, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Este método calcula la tasa de interés esperada para que una inversión tenga rendimientos. El criterio de selección de alternativas es elegir la que resulte con una tasa interna de retorno más alta. La TIR se evalúa mediante un proceso de prueba y error, en el que el flujo neto de efectivo se evalúa para varias tasas de interés, hasta encontrar la que resulte igual a cero.

En edificios de oficinas y comercios, los diagnósticos y la instalación de los sistemas de ahorro de energía propuestos, exigen presupuestos elevados y poco atractivos. Sin embargo, debido a la importancia que ha cobrado a nivel nacional e internacional el ahorro energético, se han creado organizaciones para apoyar este tipo de estudios. En nuestro país existen la CONAE (Comisión Nacional de Ahorro de Energía) y el FIDE (Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico), ambos con planes de financiamiento para los proyectos de ahorro de energía, tanto a nivel industrial como a nivel residencial y comercial, lo cual coloca los diagnósticos energéticos al alcance de los propietarios y encargados de los inmuebles.

A partir del siguiente capítulo, se desarrolla un diagnóstico de ahorro de energía en un centro comercial, siguiendo la metodología propuesta en este capítulo.

4. DIAGNOSTICO ENERGETICO EN UN CENTRO COMERCIAL:

4.1. RECOPIACION DE DATOS

4.1.1. Introducción

A partir de este capítulo, se desarrollará el estudio de ahorro de energía para un centro comercial ubicado en la ciudad de Cancún, Quintana Roo. Es importante mencionar que se trata de un estudio real aplicando la metodología descrita en el capítulo anterior. El estudio comprende el análisis de los sistemas de iluminación, demanda eléctrica, sistema de aire acondicionado y acondicionamiento bioclimático del centro comercial, a fin de detectar ahorros potenciales importantes en el consumo de energía.

Para la realización del presente diagnóstico de ahorro de energía se tomaron en cuenta las áreas generales de la plaza (pasillos, vestíbulos y zonas comunes) y 5 locales específicos escogidos estratégicamente, dada su repercusión en el consumo de energía general del centro comercial.

4.1.2. Reconpilación de datos

Como primer paso, y de acuerdo con la metodología descrita, se obtuvo información de dos tipos para la realización del estudio:

- Costumbres de operación y datos históricos
- Datos medidos directamente en campo

A continuación se describen los datos obtenidos.

4.1.2.1. General

Se realizó un primer recorrido por las instalaciones del centro comercial en compañía del jefe de mantenimiento, para obtener una visión global de la plaza, ubicando el sitio en que se encuentra la subestación eléctrica, el equipo de medición, los tableros de distribución, el equipo electromecánico y los componentes del sistema de aire acondicionado, con el propósito de estructurar un plan de trabajo efectivo.

En general, en lo que al sistema eléctrico se refiere, la plaza cuenta con dos acometidas: La primera, en 220-127 Volts para la alimentación de los locales (condóminos), mediante un transformador de 1000 KVA. La medición del consumo en este transformador se realiza en tarifa 02. La segunda acometida alimenta las cargas de fuerza de la plaza (sistemas electromecánicos e iluminación de áreas comunes), mediante un transformador de 1500 KVA. La medición por parte de la Compañía Federal de Electricidad se realiza en tarifa OM. Ambos transformadores están situados en el exterior de la plaza.

4.1.2.2. Costumbres de operación

La información relacionada con las costumbres de operación se obtuvo mediante entrevistas realizadas al personal de mantenimiento, así como mediante recorridos por las instalaciones del centro comercial. Los resultados de estas actividades son los siguientes:

A. Iluminación

La carga de iluminación de la plaza es, después de la carga de aire acondicionado, la de mayor consumo mensual. Sin embargo, el hecho de que la facturación de iluminación esté en su mayoría conectada al transformador de 1000 KVA y contratada en tarifa 02, implica que la repercusión que

tiene sobre el costo mensual de energía eléctrica sea mayor que la del aire acondicionado, facturado en tarifa OM.

En lo referente a las costumbres de operación puede mencionarse que a partir de las 7:00 h comienza a encenderse la iluminación, esto con el fin de que el personal de mantenimiento pueda realizar sus labores de limpieza. El resto del alumbrado se enciende casi en su totalidad entre las 7:00 h y las 10:00 h aproximadamente, conservándose en un nivel constante hasta las 18:00 h, hora en la que se alcanza el nivel máximo en la iluminación interior, por consiguiente, también el máximo consumo por carga de iluminación en el día. Ese nivel se mantiene constante hasta las 21:00 h, bajando posteriormente a un nivel de alumbrado interior y exterior adecuado para el tránsito de personas, ya que los restaurantes tienen actividad hasta las 2:00 h aproximadamente. A partir de esa hora, el nivel de iluminación baja nuevamente y se tiene un nivel adecuado para la seguridad de la plaza. La iluminación exterior se enciende a las 18:30 h y se mantiene hasta las 4:00 h.

En general puede establecerse que las costumbres de operación de la iluminación de la plaza son adecuadas y es poco factible obtener ahorros atractivos solamente con un cambio en las costumbres de operación y es necesario realizar un estudio mas profundo de el sistema en si.

B. Aire Acondicionado

La carga de aire acondicionado es la carga mayor de la plaza. Por carga de aire acondicionado se alcanza un consumo mensual aproximado de 229,663.65 KWH, es decir, un 50.64% de la carga total.

De la información proporcionada por el personal de mantenimiento podemos resumir lo siguiente:

A las 7:00 h se encienden secuencialmente las bombas de agua helada, las unidades generadoras de agua helada (Chillers) y finalmente se encienden las manejadoras de aire. Todo el equipo mencionado funciona en forma ininterrumpida desde las 7:00 h hasta las 23:00 h aproximadamente.

En lo que a los equipos se refiere, los enfriadores de agua están funcionando adecuadamente. Los equipos de manejo de aire y las unidades Fan & Coil, tienen una capacidad de enfriamiento limitada para las necesidades de la plaza.

Es probable que exista un área de oportunidad de ahorro de energía debida a las costumbres de operación del sistema de aire acondicionado, mediante un empleo intermitente de los equipos. Para comprobar esto se realizará un estudio detallado más adelante en este capítulo.

C. Bombeo de agua

En lo que se refiere al sistema de bombeo de agua potable, puede mencionarse que estos equipos funcionan adecuadamente, operando en función del gasto demandado. No se detectaron ningún tipo de fugas en la red de tuberías.

Actualmente se bombean 1170 gpm a través de dos bombas, aunque la presión que generan éstas, es inadecuada para algunas manejadoras debido principalmente a incrustaciones de diferentes tipos en las tuberías, problema que se discutirá más adelante.

4.1.2.3. Datos obtenidos de recibos de la CFE

Para el presente estudio, se recabaron los recibos de facturación de todos los meses comprendidos entre enero de 1992 y abril de 1993. A partir de los datos de consumo y demanda extraídos de los recibos, se evaluaron los niveles de ahorro que pueden obtenerse implementando las medidas descritas en este estudio.

A continuación se presenta el resumen de los datos recabados de los recibos proporcionados. Los recibos de fuerza se refieren al transformador de 1500 KVA, al que están conectados el sistema de aire acondicionado y la mayor parte de la iluminación de pasillos y áreas generales, facturado en tarifa OM

en la que se considera demanda máxima, consumo mensual y un cargo por factor de potencia bajo. Los recibos de condóminos se refieren al transformador de 1000 KVA, que alimenta a los locales para iluminación, unidades paquete de refrigeración (ventilador y serpentín) y en el caso de los restaurantes, para congeladores, y se encuentra facturado en tarifa 02, en la que solamente se considera el consumo mensual.

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO ELECTRICO

TABLA 4.1. PRIMER SEMESTRE DE 1992

FUERZA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DEMANDA MAX. KW	448	440	434	455	490	532
KWH	205800	242200	204200	253400	250600	240800
FACTOR DE POT.	84.25%	85.49%	94.00%	93.61%	92.78%	92.81%
FACTOR DE CARGA	63.80%	76.45%	65.35%	77.35%	71.03%	62.86%
KVARH	131600	147000	74200	92200	100800	96600
CARGO F.P. (NS)	357.55		(435.98)	(471.24)	(312.56)	(356.06)
IMPORTE (NS)	44,594	49,691	43,128	51,327	48,782	48,577

CONDOMINIOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DEMANDA MAX. KW	468	470	476	447	442	473
KWH	176080	210420	183460	150060	168260	208080
FACTOR DE POT.	84.54%	85.00%	85.44%	76.99%	87.92%	86.70%
FACTOR DE CARGA	52.26%	62.18%	53.53%	46.63%	52.87%	61.10%
KVARH						
CARGO F.P. (NS)						
IMPORTE (NS)	80,021	95,113	82,927	74,884	69,004	94,056

TABLA 4.2. SEGUNDO SEMESTRE DE 1992

FUERZA

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA MAX. KW	539	546	546	532	532	553
KWH	296800	278600	278600	302400	261800	295400
FACTOR DE POT.	91.58%	91.63%	91.58%	91.47%	91.94%	91.82%
FACTOR DE CARGA	76.48%	70.87%	70.87%	78.95%	68.35%	74.19%
KVARH	130200	121800	130200	133000	112000	127400
CARGO F.P. (NS)	(217.58)	(213.76)	(229.66)	(283.56)	(261.00)	(289.58)
IMPORTE (NS)	56,666	58,561	62,914	62,081	57,142	63,399

CONDOMINOS

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA MAX. KW	484	503	506	553		511
KWH	229160	202360	220500	218400	210700	226800
FACTOR DE POT.	86.70%	85.23%	92.54%	86.14%	86.33%	86.25%
FACTOR DE CARGA	65.76%	55.88%	60.52%	54.85%		61.64%
KVARH		124180	90300	128800	123200	133000
CARGO F.P. (NS)	0.00	2,827.09	(634.23)	2,423.00	2,270.80	1,210.58
IMPORTE (NS)	103,584	94,580	62,914	101,386	98,576	52,559

TABLA 4.3. PRIMER SEMESTRE DE 1993

FUERZA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DEMANDA MAX. KW	553	552	525	537	546	539
KWH	240800	249200	218400	253400	239400	261800
FACTOR DE POT.	93.36%	93.76%	93.33%	93.44%	92.74%	92.81%
FACTOR DE CARGA	66.48%	62.70%	57.78%	65.54%	63.00%	63.24%
KVARH	92400	92400	84000	96600	96600	105000
CARGO F.P. (NS)	(465.68)	(524.99)	(406.70)	(453.63)	(334.16)	(418.61)
IMPORTE (NS)	56,415	57,183	49,272	54,956	52,154	57,110

CONDOMINOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DEMANDA MAX, KW						
KWH	206500	212200	195300	242200	214200	196000
FACTOR DE POT.	85.88%	85.94%	86.00%	86.14%	86.19%	86.02%
FACTOR DE CARGA			56.43%	63.70%	61.06%	55.11%
KVARH	123200	131600	115500	142800	126000	116200
CARGO F.P. (NS)	2,622	2,319	2,287	2,851	2,532	2,470
IMPORTE (NS)	102,401	109,837	95,717	119,318	105,948	99,791

TABLA 4.4. SEGUNDO SEMESTRE DE 1993

FUERZA

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA MAX, KW	539	546	546	535	483	
KWH	226800	247800	278600	229600	260400	
FACTOR DE POT.	92.41%	92.26%	91.96%	92.17%	88.67%	
FACTOR DE CARGA	58.44%	61.00%	68.58%	59.61%	74.88%	
KVARH	93800	103600	119000	96600	135800	
CARGO F.P. (NS)	(331.66)	(305.18)	(264.46)	(276.40)	438.86	
IMPORTE (NS)	51,764	55,625	57,903	50,382	54,133	

CONDOMINOS

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA MAX. KW						
KWH	196000	205800	221200	186900	207900	
FACTOR DE POT.	86.02%	86.80%	87.01%	86.76%	86.28%	
FACTOR DE CARGA	55.11%	57.27%	61.94%	55.35%		
KVARH	116200	117600	125300	107100	121800	
CARGO F.P. (NS)	2,470.79	2,056.79	2,080.81	1,864.14	2,450.25	
IMPORTE (NS)	99,791	105,109	111,290	95,265	106,366	

A partir de la observación de las tablas anteriores pudo determinarse la importancia del tipo de tarifa con que la CFE realiza la facturación. Puede observarse que aunque el consumo eléctrico en los locales es menor que el de aire acondicionado y áreas generales, el importe mensual es de casi el doble. Esto se debe resolver en el menor tiempo posible, sin embargo, al ser un problema legal de negociación de contrato, se encuentra fuera del alcance de este proyecto de ahorro de energía.

4.1.2.4. Levantamiento en Tableros

En el transcurso del levantamiento se revisaron los tableros de alimentación de cada una de las áreas. En ninguno de ellos se detectó sobrecalentamiento, es decir, los interruptores termomagnéticos y los conductores se encuentran en buen estado. No se detectó ningún tipo de anomalía física en los tableros.

Por otra parte, tampoco se detectaron problemas de desbalance en los tableros, ya que el desbalance entre fases de los alimentadores se encuentra dentro del rango normal y permitido por el reglamento de instalaciones eléctricas. A continuación se encuentran las tablas de los levantamientos realizados en los tableros.

TABLA 4.5. CONSUMO EN TABLEROS DE CONDOMINOS

TABLERO A

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
1	121,122,123 RESTAURANTE 4	83.7	87.4	68.0
4	124,125,126 RESTAURANTE 4	0.0	0.0	0.0
5	154 TIENDA 1	7.3	9.1	
6	167 TIENDA 2 LADO LAG.	14.6	12.3	2.8
7	150 TIENDA 2 LADO MAR	17.5	5.3	8.2
8	161 TIENDA 3	10.2	23.7	
9	162 TIENDA 4	22.2	14.5	
11	163 JOYERIA 2 *	17.3		15.3
16	160 TIENDA 6	20.1	4.6	
17	119,120 OFICINA 1	0.0	0.0	0.0
18	119,120 OFICINA 1	0.5	0.3	0.3
TOTAL		193.4	157.2	94.6

TABLERO B

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
3	107-A TIENDA 6	0.7	0.4	
4	108 TIENDA 7	7.0	0.0	11.1
5	109 TIENDA 8	18.0	0.0	15.3
6	110 TIENDA 9	0.0	14.7	0.0
8	112, 113, 114 TIENDA 10	15.7	26.7	50.4
9	115 TIENDA 11	18.7	3.8	0.0
11	116 TIENDA 12	20.3	29.3	18.2
12	166 TIENDA 13	1.0	13.0	
13	157 TIENDA 14	0.0	11.4	15.0
14	159 TIENDA 15	5.5	0.0	4.9
15	158 TIENDA DE ARTESANIAS 1 *	18.4	29.3	0.0
16	115-A RESTAURANTE 3	0.0	1.8	10.0
17	111 TIENDA 16	2.9	0.0	0.3
19	115-B TIENDA 17	6.7	0.0	7.5
20	118 AGENCIA DE VIAJES 1	13.5	0.0	12.5
21	117 TIENDA 19	0.0	7.4	4.0
TOTAL		128.4	137.8	149.2

TABLERO C

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
1	103 RESTAURANTE 1 *	148.9	103.4	187.5
4	129, 130, T127, T128 TIENDA 19	19.0	36.0	35.0
6	171 TIENDA 20	13.2	0.0	7.6
7	168 TIENDA 21	0.0	8.7	13.7
8	172 BOUTIQUE 1 *	0.0	13.9	27.3
9	133-A TIENDA 23	12.5	0.0	7.0
11	103-A B TIENDA 24	19.2	19.3	2.6
12	169 TIENDA 25	0.9	17.2	0.0
14	127 JOYERIA 3	2.0	8.0	0.0
16	125 JOYERIA 2	0.0	16.8	3.6
17	126 JOYERIA 2	15.5	9.3	0.0
18	128 JOYERIA 3	0.0	15.1	11.4
19	170 TIENDA 26	0.0	19.4	1.5
TOTAL		231.2	267.1	297.2

TABLERO D

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
3	101-A TIENDA 27	0.0	6.0	13.5
4	145 TIENDA 28	0.0	1.8	16.9
5	146 JOYERIA 1 *	0.0	0.6	0.6
6	148 TIENDA 30	24.7	0.0	11.5
7	BAÑOS EMPLEADOS	5.6	2.2	0.0
8	102 TIENDA 31	8.3	0.0	13.5
9	103 TIENDA 32	8.8	16.6	0.0
10	104 TIENDA 33	14.6	0.0	7.0
11	105 TIENDA 34	1.3	12.0	0.0
12	144, 145 AGENCIA DE VIAJES 2	9.6	1.8	9.1
14	146 JOYERIA 1 *	0.0	5.6	16.5
15	143 TIENDA 35	0.0	11.8	7.0
17	106 OPTICA 1	0.0	5.0	0.2
18	147 TIENDA 36	3.1	1.6	0.0
TOTAL		76.0	65.0	95.8

TABLERO E

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
1	TIENDA 37	91.3	114.3	102.1
3	238, 239 TIENDA 38	28.0	0.0	14.8
5	237 TIENDA 39	0.0	15.4	15.0
6	240, 241 TIENDA 40	13.8	2.5	0.0
7	253-A, 253-B TIENDA 41	6.7	9.9	0.0
8	244 TIENDA 42	6.4	0.0	14.6
9	250 TIENDA 43	13.5	0.0	11.0
10	232 TIENDA 44	0.0	31.8	13.8
11	249 TIENDA 45	13.7	13.1	0.0
12	246 TIENDA 46	12.5	2.1	0.0
TOTAL		185.9	189.1	171.3

TABLERO F

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
3	206 RESTAURANTE 5	63.2	80.4	97.7
6	212 TIENDA 47	0.0	10.7	16.4
8	207 TIENDA 48	1.9	10.7	0.0
9	203 GIMNASIO	5.2	0.0	9.0
10	211 JOYERIA 4	11.8	16.5	13.8
11	206 TIENDA 49	0.0	7.8	12.2
13	OFICINA MANTENIMIENTO	1.6	2.1	0.0
14	TALLER DE MANTENIMIENTO	1.6	6.0	5.7
TOTAL		85.3	134.2	154.8

TABLERO G

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
1	RESTAURANTE 6	42.9	46.2	43.2
3	RESTAURANTE 6	0.0	0.0	0.0
4	276 TIENDA 50	0.0	22.2	0.0
5	214 TIENDA 51	8.1	6.5	0.0
6	277 TIENDA 52	6.1	0.0	11.8
7	215 TIENDA 53	3.4	17.0	0.0
8	279 TIENDA 54	0.0	6.8	6.2
9	278 TIENDA 55	11.4	0.0	17.4
10	281 RESTAURANTE 7	0.0	9.6	3.4
11	280 AGENCIA DE VIAJES 3	0.0	12.5	9.1
13	223 TIENDA 56	0.0	0.2	0.1
14	222 TIENDA 57	8.5	0.0	7.5
17	220 TIENDA 58	7.3	0.8	0.0
TOTAL		87.7	121.8	98.7

TABLERO H

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
3	235 TIENDA 59	13.0	6.9	0.0
4	286 TIENDA 60	9.3	0.0	8.0
5	234 TIENDA 61	15.2	0.0	12.2
8	236 TIENDA 62	10.9	0.0	6.8
10	287 RESTAURANTE 8 (MITAD)	0.0	6.0	9.4
11	233 TIENDA 63	7.1	8.1	0.0
12	288 RESTAURANTE 8 (MITAD)	7.2	6.4	0.0
13	284 TIENDA 64	0.0	2.5	3.8
14	282 TIENDA 65	3.1	0.0	12.6
15	285 TIENDA 66	10.5	2.1	0.0
17	216 TIENDA 67	0.0	5.9	0.1
18	232 ISLA TIENDA 61	0.0	5.5	0.1
19	283-A HELADERIA 1	3.0	17.2	20.0
TOTAL		79.3	60.6	73.0

TABLERO I

CIRCUITO	LOCAL	L1(A)	L2(A)	L3(A)
10	OFICINA ADMINISTRATIVA	5.7	2.2	0.0
12	OFICINAS DE GERENCIA	3.0	0.0	3.0
TOTAL		8.7	2.2	3.0

Nota: los locales marcados con (*) fueron objeto de un análisis detallado.

4.1.2.5. Levantamiento en equipo electromecánico

A continuación se presenta un inventario del equipo electromecánico instalado en la plaza, dividido por sistema de la siguiente forma:

- Aire acondicionado general.
- Unidades manejadoras de aire en azotea.
- Unidades manejadoras de aire en locales.
- Máquinas en cuarto de bombas.
- Bombas en cárcamo.

Para el desarrollo del presente estudio de ahorro de energía se realizaron mediciones de voltaje y corriente en los equipos en funcionamiento, para comparar dichas lecturas con los datos de placa. En la mayoría de los casos, estas mediciones resultaron similares.

En la base de datos siguiente, se especifica la máquina, el modelo, sus datos de placa y su ubicación.

TABLA 4.6. MEDICIONES EN EQUIPOS

CHILLER Wisconsin

Datos de Placa

Marca: TRANE Corriente: 1320-1520 A
 Número de Fases: 3 Voltaje: 200-230 V
 R.C.: 342-310

Mediciones

Chiller	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	219.1	219.6	218.1	304.0	313.8	310.1	116.28	Azotea 2° N. Lado Laguna
2	213.4	212.9	212.3	626.0	632.0	604.0	226.88	Azotea 2° N. Lado Laguna

Nota: El chiller 1 tenía apagada la segunda etapa al momento de la medición

Motobomba Unimont

Datos de placa

Marca: Unimont Máxima Temp Amb.: 40° C
 Numero de Fases: 3 Voltaje: 220 V
 Frecuencia: 60 Hz Corriente: 57.1 A
 RPM: 1765 Eficiencia: 90.2
 Factor de Servicio: 1.25

Mediciones

Bomba	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	220	220	220	44.1	44.2	46.3	16.95	Azotea 2° N. Lado Laguna
2	220	220	220	42.9	42.7	41.5	16.01	Azotea 2° N. Lado Laguna
3	220	220	220	43.1	42.1	44.3	16.31	Azotea 2° N. Lado Laguna

UMA CCDB17AE06**Datos de placa**

Marca: Corriente: 25.4 A
 Numero de Fases: 3 Voltaje: 220 V
 Frecuencia: 60 Hz Potencia: 7.5 H.P.

Mediciones

UMA	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	215.8	217.6	217.0	20.0	21.4	22.8	7.97	Azotea 2º N. Lado Mar
2	216.5	218.3	217.2	21.1	22.4	21.1	8.04	Azotea 2º N. Lado Laguna

UMA PCCA-0716-2E**Datos de placa**

Marca: Marathon E. Corriente: 3.8 A
 Numero de Fases: 3 Voltaje: 200/208 V
 Frecuencia: 60 Hz Potencia: 1 H.P.
 RPM: 1730 Factor de Servicio: 1.15

Mediciones

UMA	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	222.9	222.8	221.8	4.1	4.1	4.6	1.63	Azotea 2º N. Lado Mar
2	222.7	222.4	221.6	5.4	4.9	4.7	1.91	Azotea 2º N. Lado Mar
3	222.7	222.2	221.3	4.4	4.9	4.6	1.77	Azotea 2º N. Lado Mar
4	222.1	221.0	222.0	4.3	4.0	4.0	1.56	Azotea 2º N. Lado Mar
5	222.4	222.3	221.2	4.6	4.1	4.3	1.65	Azotea 2º N. Lado Mar
6	221.4	222.0	220.4	4.5	4.8	4.9	1.80	Azotea 2º N. Lado Laguna
7	221.8	221.7	220.6	4.4	4.1	4.1	1.60	Azotea 2º N. Lado Laguna
8	222.0	222.1	220.4	4.8	4.5	4.5	1.75	Azotea 2º N. Lado Laguna
9	222.0	222.0	221.0	4.0	3.6	4.4	1.52	Azotea 2º N. Lado Laguna
10	220.0	220.0	221.0	5.2	4.7	4.6	1.83	Azotea 2º N. Lado Laguna

Bomba mezcladora**Datos de placa**

Marca: Motorex Voltaje: 220 V
 No. Fases: 3 Corriente: 5 A
Potencia: 2 H.P.

Mediciones

Bomba	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	213.7	220	220.6	5.6	5.6	6.2	2.17	Cuarto de bombas
2	218.3	221	218.9	5.2	5.6	5.4	2.03	Cuarto de bombas

MANEJADORAS DE AIRE DE LOCALES**UMA CCDB08DE0F****Datos de placa**

Marca: Voltaje: 220 V
 No. Fases: 3 Corriente: 6.5 A
 Frecuencia: 60 Hz Potencia: 2 H.P.

Mediciones

UMA	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	220	220	220	7.7	7.6	7.7	2.90	Restaurante 1

UMA CCCB12DEDH / CCDB1COHOG**Datos de placa**

Marca: Voltaje: 220 V
 No. Fases: 3 Corriente: 16 A
 Frecuencia: 60 Hz Potencia: 5 H.P.

Mediciones

UMA	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	220	220	220	17.0	17.5	17.0	6.49	Restaurante 1
2	220	220	220	17.5	17.0	17.5	6.55	Restaurante 1
3	220	220	220	17.5	17.0	17.5	6.55	Tienda 19
4	220	220	220	17.5	17.0	17.5	6.55	Tienda 19
5	220	220	220	17.5	17.0	17.5	6.55	Restaurante 6

UMA CCDB08DE0F**Datos de placa**

Marca: Voltaje: 220 V
 No. Fases: 3 Corriente: 5 A
 Frecuencia: 60 Hz Potencia: 1.5 H.P.

Mediciones

UMA	Voltaje (V)			Corriente (A)			KWatts	Ubicación
1	220	220	220	6.0	6.0	6.0	2.27	Restaurante 4
2	220	220	220	6.0	6.0	6.0	2.27	Restaurante 4

Sistema de Aire Acondicionado

Como se mencionó anteriormente, los equipos de aire acondicionado están funcionando de forma adecuada en general. En relación con los equipos de enfriamiento de agua, se tienen dos Chillers de 180 TON cada uno, operando bajo las siguientes condiciones:

TABLA 4.7. PRESIONES DE OPERACION DE LOS CHILLERS (psig)

ENFRIADOR 1	P. succión	P. descarga
Compresor 1 (100 TON)	68	253
Compresor 2 (75 TON)	65	275
ENFRIADOR 2	P. succión	P. descarga
Compresor 1 (100 TON)	63	250
Compresor 2 (75 TON)	67	270

PRESIONES RECOMENDADAS POR EL FABRICANTE¹ (+/- 5 psig)

ENFRIADORES 1 Y 2	P. succión	P. descarga
Compresor 1 (100 TON)	64.6	252.3
Compresor 2 (75 TON)	65	276.4

Como puede observarse, ambos enfriadores operan dentro del rango de presiones recomendado por el fabricante. Los datos obtenidos para los chillers se muestran en la siguiente página.

¹ Las presiones recomendadas se encuentran en las especificaciones técnicas de los chillers modelo Wisconsin fabricados por TRANE.

TABLA 4.8. CHILLER 1

Compresor No.1 (100 Ton. Refrigeración)

	Compresor 1			KW	HORAS	KWH
	L1(A)	L2(A)	L3(A)			
Etapa 1	175	174	165	65.29	420	27,421.80
Etapa 2	210	205	205	78.75	420	33,075.00
Etapa 3	295	285	280	109.20	420	45,864.00

Compresor No.2 (80 Ton. Refrigeración)

	Compresor 2			KW	HORAS	KWH
	L1(A)	L2(A)	L3(A)			
Etapa 1	118	118	118	44.97	420	18,887.40
Etapa 2	164	164	164	62.49	420	26,245.80
Etapa 3	230	230	232	87.90	420	36,918.00

AMPERAJE DE LOS 2 COMPRESORES:

L1(A)	L2(A)	L3(A)	KW	HORAS	KWH
525	515	512	197.10	420	82,782.00

TABLA 4.9. CHILLER 2

Compresor No.1 (100 Ton. Refrigeración)

	Compresor 1			KW	HORAS	KWH
	L1(A)	L2(A)	L3(A)			
Etapa 1	178	178	177	67.70	420	28,434.00
Etapa 2	205	200	200	76.85	420	32,277.00
Etapa 3	330	330	330	125.80	420	52,836.00

Compresor No.2 (80 Ton. Refrigeración)

	Compresor 2			KW	HORAS	KWH
	L1(A)	L2(A)	L3(A)			
Etapa 1	118	118	118	44.97	420	18,887.40
Etapa 2	164	164	164	52.49	420	22,045.80
Etapa 3	230	230	232	87.90	420	36,918.00

AMPERAJE DE LOS 2 COMPRESORES:

L1(A)	L2(A)	L3(A)	KW	HORAS	KWH
560	560	562	213.60	420	89,732.48

4.1.2.6. Levantamiento de iluminación

El sistema de iluminación, como en todo edificio o local de tipo comercial, resulta ser de primordial importancia tanto para el nivel de confort y presentación como en su consumo energético con respecto al total; por esto, se hizo un levantamiento en áreas generales y en cinco locales, donde se registró el número y tipo de luminaria existente, su respectivo consumo y demanda eléctrica, su densidad de carga y su nivel de iluminación.

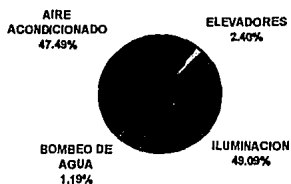
Con el fin de aumentar la claridad de la información, las tablas de levantamiento se presentan más adelante junto con las tablas de análisis en la sección de propuestas (tablas 4.11. a 4.25.).

4.1.3. Resumen General de Consumo y Demanda

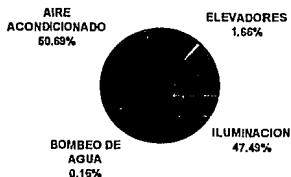
TABLA 4.10. COMPARACION DE CONSUMO Y DEMANDA MENSUAL

TIPO DE CARGA	CARGA INSTALADA		DEMANDA MAX.		CONSUMO		COSTO
	KW	KW	%	KWH	%	NS	
ILUMINACION	567.78	511.00	49.09	214,620.00	47.49	85,848.00	
AIRE	652.21	492.61	47.32	229,063.65	50.69	44,559.53	
BOMBEO DE AGUA	24.66	12.43	1.19	739.80	0.16	406.65	
ELEVADORES	30.00	24.96	2.40	7,488.00	1.66	1,090.53	
TOTAL	1,274.65	1,041.98	100.00	451,911.45	100.00	131,994.71	

GRAFICA 4.1. DEMANDA MAXIMA POR TIPO DE CARGA

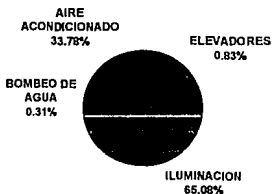


GRAFICA 4.2. CONSUMO POR TIPO DE CARGA



En las gráfica de consumo y demanda máxima se observa claramente que las áreas de oportunidad para el ahorro de energía son el sistema de aire acondicionado y el sistema de iluminación. Los ahorros que pueden obtenerse en los sistemas de elevadores y de bombeo de agua son mínimos, por lo que el estudio se enfocará principalmente a iluminación y aire acondicionado.

GRAFICA 4.3. COSTO POR TIPO DE CARGA



En la gráfica de costo por tipo de carga se muestra claramente la relación entre costo y tipo de tarifa de facturación, por lo que aunque ya se mencionó, se recalca nuevamente la importancia de cambiar la tarifa de iluminación de locales (transformador de 1000 KVA) de tarifa 02 (alimentación en baja tensión para usos generales con límite de demanda máxima de 25 kW) a tarifa 0M (alimentación en media tensión y cargas mayores a 20 kW y menores a 1000 kW). Puede verse que aunque el consumo y la demanda de iluminación de locales y aire acondicionado son prácticamente iguales, la facturación por iluminación es un 90% mayor.

4.2. ANALISIS DE INFORMACION

En base a los datos obtenidos en el levantamiento, se realizaron gráficas, tablas y curvas de comportamiento que permiten entre otras cosas comparar el consumo, la demanda y el porcentaje de cada carga con respecto al total.

Esto dio pauta para hacer un análisis detallado de las áreas con mayor consumo energético, es decir, el sistema de iluminación y el sistema de aire acondicionado, estudiando para cada uno de ellos las características de operación, la ubicación de los equipos electromecánicos, los sistemas de control con que cuentan, y las áreas de oportunidad de ahorro de energía.

Mediante este análisis, fue factible detectar los potenciales ahorros de energía en cada uno de los sistemas.

4.2.1. Análisis de curvas de demanda

4.2.1.1. General

En base a las mediciones, realizadas con autorización de la Comisión Federal de Electricidad, se obtuvieron las curvas de comportamiento de demanda para cada uno de los transformadores. El equipo de medición se conectó en el transformador de 1000 KVA durante los días 21 y 22 de octubre y en el de 1500 KVA durante los días 23 y 24 de octubre de 1993. Durante esos días se recabó información con muestreos en intervalos de cinco minutos, de los cuales se obtuvieron las mediciones de demanda máxima, mínima y de demanda promedio. Con el fin de mostrar la información recabada de una forma clara, se realizaron gráficas de demanda contra tiempo, donde puede observarse claramente el comportamiento de la demanda de energía eléctrica del centro comercial.

En base estas curvas, se estudió el comportamiento de la plaza en cuanto a carga por demanda se refiere. A partir de la información extraída, se realizó el análisis descrito a continuación, en el que se describe el comportamiento en cada uno de los transformadores, estudiados independientemente.

4.2.1.2. Transformador de condóminos (1000 KVA)

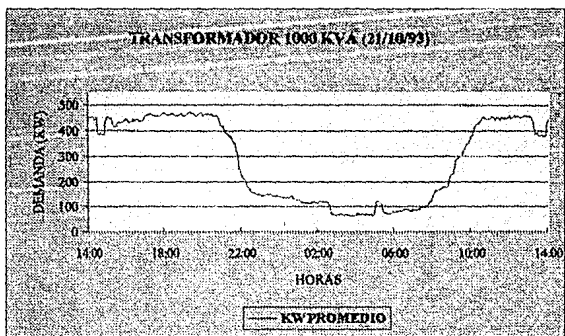
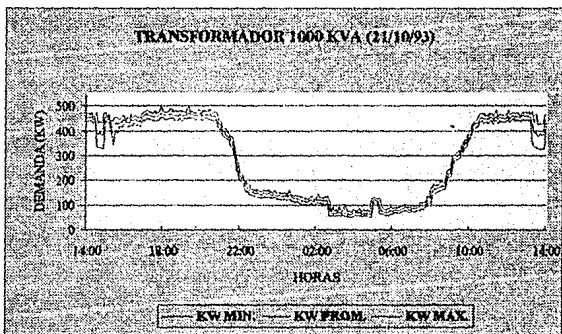
La curva de distribución de demanda que se presenta en este transformador es una curva típica de demanda en centros comerciales, con un comportamiento de la siguiente forma:

La carga de demanda de este transformador comienza a incrementarse ligeramente a partir de las 7:00 h, hora de encendido de algunos circuitos de alumbrado para que el personal de intendencia de la plaza comienza a laborar. Entre las 8:00 h y las 10:30 h se presenta un incremento drástico de demanda, elevándose desde 110 kW hasta un poco más de 450 kW. A esta hora, la carga por iluminación se encuentra a su máxima capacidad. Desde ese momento hasta las 20:45 h, la carga permanece constante, a excepción de un descenso poco considerable entre las 13:00 h y las 15:00 h. La demanda promedio máxima llega a 467 kW, mientras que la demanda máxima de punta es de 501 kW. Si comparamos el promedio de la demanda facturada con el de las mediciones realizadas, se comprueba que ambas son idénticas.

Por la noche, a las 20:45 h, la curva de demanda empieza a descender rápidamente, hasta las 23:00 h, punto en que alcanza un valor de 150 kW. Entre esta hora y las 3:00 h, continúa decreciendo lentamente hasta 120 kW, esto debido a que después del cierre de los restaurantes, se efectúan labores de limpieza general. La última etapa en las gráficas indica un súbito descenso en la demanda, alcanzando su punto más bajo en 72 kW un poco antes de las 4:00 h, seguido por un escalón de 120 kW de media hora de duración. A partir de las 7:00 h de la mañana comienza a repartirse el ciclo descrito.

A continuación se presentan las curvas obtenidas para este transformador.

GRAFICA 4.4. DEMANDA EN EL TRANSFORMADOR DE CONDOMINIOS



4.2.1.3. Transformador de fuerza (1500 KVA)

La curva de distribución de demanda que se presenta en este transformador presenta características muy diferentes a las encontradas en el transformador de los condóminos. En ella se presentan picos de demanda muy marcados y muy elevados. En general la curva presenta un comportamiento mucho más inestable, descrito a continuación:

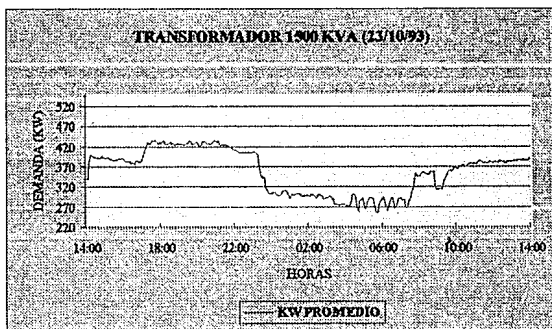
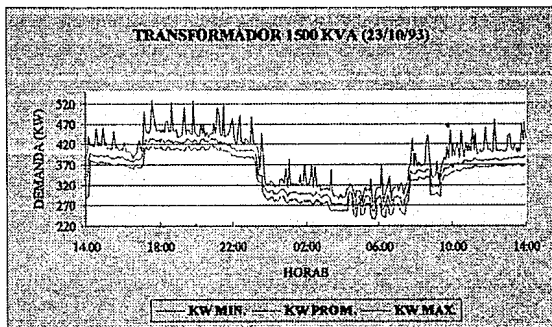
Entre las 7:20 h y las 7:40 h se incrementa la demanda de 280 kW a 320 kW. Posteriormente sufre un ligero descenso hasta 290 kW y se vuelve a incrementar la carga de demanda hasta 430 kW. Subsiguientemente, la demanda sufre un decremento hasta llegar a 360 kW a las 8:30 h. A partir de esa hora, la curva presenta un pico que llega a 440 kW a las 9:00 h, y continúa aumentando gradualmente hasta llegar a 480 kW, nivel que se mantiene constante hasta las 17:00 h, aunque presenta picos aislados poco considerables.

Por la tarde es cuando se presenta la carga máxima en el sistema de fuerza. A las 17:00 h se eleva la demanda rápidamente hasta 500 kW, nivel en que el promedio se mantiene aproximadamente constante hasta las 17:30 h. El registro de demanda máxima alcanza los 530 kW durante el período entre las 17:30 h y las 21:00 h. A partir de las 21:00 h y hasta las 23:00 h, la demanda disminuye gradualmente hasta 405 kW, y finalmente presenta una disminución rápida hasta 320 kW a la 1:00 h del día siguiente.

Lo interesante en las gráficas de comportamiento de este transformador es la curva generada por los puntos máximos de demanda registrados. Como puede observarse de las gráficas, los picos se encuentran en ocasiones 100 kW por encima de la curva de demanda promedio, alcanzándose picos de más de 520 kW.

A continuación se presentan las curvas obtenidas para este transformador.

GRAFICA 4.5. DEMANDA EN EL TRANSFORMADOR DE FUERZA



4.2.1.4. Resumen de gráficas

En base a las gráficas presentadas puede concluirse que en el transformador de condóminos (gráfica 4.4.) no es costeable implementar un sistema de control de demanda por dos razones principales: En primer lugar, la diferencia entre la demanda promedio y la demanda máxima es muy pequeña y no se distinguen picos considerables, y en segundo lugar, el tipo de tarifa con el que la CFE factura es 02, que no considera un cargo por demanda máxima.

Por otra parte, en el transformador de fuerza del centro comercial (gráfica 4.5.), facturado en tarifa OM, es importante controlar los picos de demanda, que como puede observarse claramente en la gráfica, en algunas ocasiones se encuentran cerca de 100 kW por encima de la curva de demanda promedio. Por esto puede considerarse la posibilidad de implementar un sistema de control para cortar los picos de demanda y disminuir de esta forma, los cargos por demanda máxima considerablemente.

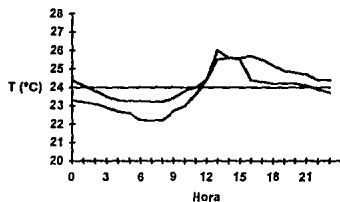
4.2.2. Análisis del sistema de aire acondicionado

Para detectar los posibles puntos de ahorro de energía en el sistema de aire acondicionado del establecimiento, cabe destacar las siguientes cuestiones relacionadas con dicho sistema.

1. El sistema es de tipo central y consta de dos enfriadores de agua de tipo recíprocante, enfriados por aire. Cada enfriador tiene una capacidad de 180 TON nominales para un total de 360 TON. El agua es distribuida a 10 manejadoras del tipo Rooftop localizadas en el techo, que dan servicio al área común bajo el domo. El agua también se distribuye a una serie de Fan & Coils y manejadoras, que dan servicio a los locales independientes. La distribución del agua la realizan dos bombas de 20 HP cada una trabajando en paralelo, con una tercera bomba de respaldo.

2. Con las características arquitectónicas que actualmente tiene el edificio, y considerando las cargas solares y térmicas que afectan al mismo, la demanda máxima de enfriamiento en el centro comercial simulada por computadora, resultó ser de 305 TON. Sin embargo, no obstante que existe una capacidad nominal instalada de 360 TON, los equipos de enfriamiento funcionando a su máxima capacidad durante los periodos más críticos de cargas térmicas, no proporcionan condiciones satisfactorias de confort higrotérmico en muchas zonas del edificio, especialmente aquellas expuestas a cargas solares directas (fachadas NE y SO, y domos de azotea), a cargas térmicas por alumbrado exagerado (21.82 W/m^2 en pasillos de áreas generales, 82.23 W/m^2 en algunos locales), o a cargas notables de calor sensible y latente en sitios concurridos.

GRAFICA 4.6. COMPORTAMIENTO TERMICO DEL CENTRO COMERCIAL

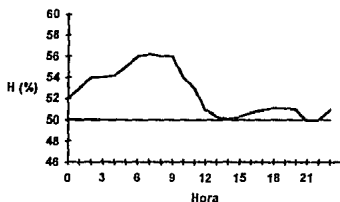


La línea horizontal representa la temperatura de confort para un centro comercial de acuerdo con ASHRAE (24°C). Las otras dos líneas son mediciones de temperatura efectuadas en diferentes zonas del centro comercial.

Como puede observarse en la gráfica 4.6., el equipo de aire acondicionado es insuficiente para alcanzar los niveles de confort durante los periodos críticos de cargas térmicas, es decir a partir de las 12:00 h y hasta las 23:00 h. Por otra parte, mediante un sistema de control puede controlarse el encendido de los equipos de aire acondicionado para obtener ahorros en las mañanas, en que la temperatura baja hasta 1.7°C por debajo de la temperatura de confort.

3. De las mediciones tomadas en el centro comercial, se registró que la temperatura mínima en horas de ocupación fue de 23°C, con una humedad relativa superior al 56 %. Las elevadas lecturas de humedad relativa dentro de la plaza, nos indican que aún logrando abatir la temperatura de bulbo seco, difícilmente se alcanza la sensación de confort, ya que a 50% de humedad relativa se encuentra el límite de confort higrotérmico en locales comerciales (de acuerdo con ASHRAE). En base a estas mediciones, se desprende que la capacidad de los equipos de enfriamiento, (particularmente las manejadoras y Fan & Coils), resulta en la actualidad insuficiente para eliminar excesos de humedad dentro de los espacios climatizados.

GRAFICA 4.7. HUMEDAD RELATIVA EN EL CENTRO COMERCIAL



La línea horizontal representa el límite de confort para la humedad relativa en un centro comercial de acuerdo con ASHRAE (50%). La otra línea es resultado de mediciones de humedad relativa efectuadas en el centro comercial.

Sobre la ventilación y el suministro de aire exterior, cabe mencionar que el personal de la plaza opera generalmente las manejadoras del domo sin inyección de aire exterior. Esta estrategia, aunque parezca ahorradora de energía por no admitir aire exterior dentro de la plaza, es contraproducente, ya que los ventiladores de extracción de cocinas y baños mantienen la plaza bajo condiciones de presión negativa, provocando que el aire exterior (húmedo) penetre al edificio sin ser deshumidificado y no a través de las manejadoras que cuentan con filtros deshumidificadores. Lo anterior hace que la humedad relativa dentro del inmueble aumente y la posibilidad de obtener confort sea menor. El incremento de humedad provoca problemas en la

mercancía de los locales. Se recomienda manejar un 15% de aire exterior en cada manejadora del domo. El mantener buenos niveles de ventilación también ayudará a la buena calidad del aire dentro de la plaza. Debe recordarse que los equipos de Fan & Coil no tienen la capacidad de suministrar aire exterior.

4. Se detectaron infiltraciones importantes de aire exterior a través de puertas de acceso, aberturas y rendijas en fachadas, faltándole hermeticidad al edificio. Esto, aunado a las condiciones de presurización negativa del inmueble origina una entrada de aire húmedo no controlado. Para solucionar esto es necesario sellar todas las posibles entradas de aire y mantener cerradas las puertas el mayor tiempo posible, de ser posible instalar un sistema de puertas automáticas.
5. Se observó que las unidades de enfriamiento operan continuamente en forma paralela, sin que exista ningún secuenciamiento, lo mismo pasa con el sistema de bombeo y las manejadoras. Se pudo detectar que en general, aunque el sistema de aire acondicionado instalado cuenta en algunos de sus componentes con sensores y dispositivos de control, éstos no funcionan, están desconectados o están descalibrados, particularmente termostatos y válvulas. Para solucionar esto se recomienda la reparación y ajuste de los sensores existentes y la implementación de un sistema de control de encendido de equipos, medida que se analizará a detalle.
6. Los enfriadores están a una distancia entre sí, menor a la recomendada por el fabricante. Este problema ya fue solucionado por el personal del centro comercial, colocando unas manparas divisorias entre ellos.
7. Se detectó que en los intercambiadores de calor de los chillers, las aletas de aluminio montadas sobre tubos de cobre, comienzan a mostrar señales de corrosión, por lo que el rendimiento del proceso de enfriamiento está disminuyendo y en el futuro (2 ó 3 años) deberán reemplazarse. Normalmente este tipo de corrosión es de tipo galvánico, que se presenta cuando dos metales distintos se ponen en contacto en un medio capaz de conducir electrones. Los inhibidores empleados para reducir la corrosión no la evitan cuando esta es de tipo galvánico. Por las

condiciones climatológicas del lugar, con condiciones elevadas de humedad, es prácticamente imposible eliminar esta corrosión.

8. Se detectaron ubicaciones inadecuadas de rejillas de inyección y problemas de suministro de aire frío en varios locales, especialmente en restaurantes. Esto ocasiona que la distribución de temperaturas dentro del restaurante sea poco uniforme, existiendo áreas muy frías como es el caso de las mesas que se encuentran cerca de las rejillas y zonas donde la temperatura es muy elevada, principalmente aquellas que se encuentran cerca de las ventanas y de la cocina. Para corregir este problema es necesario reubicar tanto los sensores del sistema de aire acondicionado como las rejillas de inyección.

En cuanto a las manejadoras que enfrían los restaurantes, su mala ubicación y su difícil acceso hace muy complicado que el personal de la plaza les de el mantenimiento adecuado. En el caso particular de la manejadora de aire que da servicio al restaurante 1, no se tiene flujo de aire debido a que el serpentín está atascado y no se tiene acceso para darle mantenimiento. En este mismo restaurante se han instalado unidades condensadoras para los equipos de refrigeración, que generan calor y lo inyectan al interior, por lo que deben reubicarse para que expulsen el calor generado al exterior.

El equipo de extracción de aire de la cocina en el restaurante 1 está diseñado para operar conjuntamente con inyección de aire exterior. Sin embargo, como ya se menciona, esta unidad se encuentra inoperante, por lo que el ventilador de extracción toma el aire frío del local y lo expulsa al exterior.

En general, todas aquellas manejadoras de aire que no tienen libre acceso para su debido mantenimiento deben ser reubicadas o bien, provistas del espacio libre requerido.

9. Durante el recorrido se observó que las manejadoras de aire que dan servicio a las áreas generales están en buen estado, y reciben el mantenimiento recomendado por el fabricante.

10. En cuanto a la capacidad instalada de los enfriadores, estos tienen una capacidad de 165.8 TON en las condiciones actuales de operación. Su consumo teórico es de 1.008 KW/TON. La capacidad instalada de los dos enfriadores es de 331.6 TON (obtenido de datos de placa y de las especificaciones del fabricante), mientras que las necesidades calculadas del inmueble en hora pico llegan a 305.0 TON (calculado mediante una simulación en computadora), por lo tanto, la capacidad de los enfriadores debe ser suficiente. Sin embargo, como se puede ver claramente en las gráficas 4.6. y 4.7., no se alcanzan a lo largo de todo el día las condiciones esperadas de confort. Esto se debe en gran medida a todos los problemas del sistema de aire acondicionado descritos en los puntos anteriores, y al exceso de densidad de carga de iluminación en toda la plaza.

Como conclusión de este análisis cabe mencionar que el sistema de aire acondicionado presenta un área importante para obtener ahorros de energía. En la siguiente sección de este capítulo se hablará de las medidas que pueden llevarse a cabo, tanto inmediatas y de bajo costo como medidas que requieren de una inversión mayor y por lo tanto, de un análisis mas detallado.

4.2.3. Análisis del sistema de iluminación

Para el análisis del sistema de iluminación, el estudio se dividió en dos partes principales:

- Estudio de pasillos y áreas generales
- Estudio de cinco locales

En cada uno de ellos se tomaron en cuenta criterios tales como el aspecto de color, fidelidad cromática, nivel de iluminación y el uso eficiente de la energía eléctrica de acuerdo a las recomendaciones de la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America).

Las tablas con el levantamiento de iluminación y el análisis se muestran más adelante junto con las propuestas. Las características en forma general de los diversos tipos de lámparas se muestra en el apéndice B.

4.2.3.1. Análisis de iluminación en pasillos y áreas generales

Las lámparas con las que actualmente cuenta el inmueble en áreas generales y locales son en su mayoría del tipo Tungsteno-Halógeno de baja eficacia y de diversas potencias.

Con el sistema actual de iluminación en áreas generales y pasillos se tiene un consumo de energía eléctrica de 220,619.14 KW/H anuales. En cuanto a demanda de energía eléctrica se refiere, en el sistema de iluminación actual esta cantidad asciende a 48.76 KW.

Los niveles de iluminación detectados en pasillos se encuentran entre 78 Lux y 95 Lux, niveles inferiores a los recomendados por la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), que establece que para zonas de circulación y pasillos en edificios y centros comerciales, el nivel debe ser superior a los 100 Lux. Para solucionar esto es necesario cambiar el tipo de lámparas por otras más eficaces, es decir que la relación Lux/W sea mayor que en las existentes, para obtener ahorros y mejorar los niveles de iluminación.

4.2.3.2. Análisis de iluminación en locales

Mediante las mediciones hechas en locales se detectó que el nivel de iluminación en la mayoría de estos es mayor que el recomendado, y la densidad de carga es mucho mayor que la recomendada para nuevas instalaciones de acuerdo con la IESNA.

TABLA 4.11. NIVELES DE ILUMINACION Y DENSIDAD DE CARGA EN LOCALES

AREA TIPO	NIVELES DE ILUMINACION (LUX)			DENSIDAD DE CARGA (W/M2)	
	RECOMENDADA	PROMEDIO ILUM. GENERAL PASILLOS	PROMEDIO ILUM. DE APARADORES	RECOMENDADA	EXISTENTE
TIENDA DE ARTESANIAS 1	300-500	517.78	1225.35	34.43	105.27
JOYERIA 1	300-500	648.54	2072.72	60.26	93.75
JOYERIA 2	300-500	498.63	1278.05	60.26	88.83
BOUTIQUE 1	100-250	156.30	328.27	34.43	86.80
RESTAURANTE 1	50-100	43.80	49.45	26.90	39.41

Con el sistema actual de iluminación en locales se tiene un consumo de energía eléctrica de 191,114.02 KW/H anuales por los 5 locales estudiados. En cuanto a la demanda de energía eléctrica se refiere, en el sistema de iluminación actual en locales esta cantidad asciende a 37.14 KW considerando los 5 locales en donde se realizó el diagnóstico.

Las lámparas con las que actualmente cuentan la mayoría de los locales tales como las joyerías son del tipo Incandescente-Halógeno de bajo voltaje (MR-16), presentándose una aplicación indebida de este tipo de lámparas debido a que son empleadas para iluminación de tipo general en los pasillos de los locales y deberían de aplicarse solamente para iluminación de acento.

Como se observó en la gráfica 4.3., la iluminación total de la plaza representa un 65.08% del costo total de energía dentro de la plaza. De la carga total de iluminación, el 91% corresponde a los locales. De estos datos puede deducirse que cualquier medida que se tome para disminuir el consumo de energía por iluminación en los locales tendrá una importante repercusión en el costo.

4.3. MEDIDAS PROPUESTAS

4.3.1. Medidas en el sistema eléctrico

4.3.1.1. Medidas a tomar en el transformador de condóminos

Debido al comportamiento de demanda de este transformador, en el cual los picos de demanda máxima no son muy marcados, y tomando en cuenta que se factura con tarifa 02, en la cual no se considera la demanda máxima, no es viable implementar un sistema de control de demanda.

Mediante un sistema de control de encendido de cargas pueden conseguirse ahorros pequeños. Sin embargo, la mayor parte de los ahorros que se pueden obtener en esta parte de la instalación eléctrica se logran por la remodelación de la iluminación de los locales, ajustando los niveles de iluminación y sustituyendo las lámparas de baja eficiencia por lámparas ahorradoras. Con estas medidas se alcanza un ahorro previsto considerable. El análisis detallado de los ahorros logrados por modificaciones en la iluminación de la plaza se describen detalladamente en la sección referente al sistema de iluminación.

4.3.1.2. Medidas a tomar en el transformador de fuerza

Una vez analizado el comportamiento de la demanda en este sistema, se concluye que mediante la implementación de un control de demanda con setpoint ubicado en 470 kW, pueden cortarse los picos más considerables, lográndose grandes ahorros en lo que a facturación por demanda se refiere. Del análisis histórico se desprende que la demanda máxima oscila entre 520 y 545 kW. Con la implementación del sistema de control de aire acondicionado puede reducirse hasta en 40 kW la demanda máxima.

Otros ahorros pueden obtenerse mediante un sistema de control de encendido por horario de los motores conectados en este sistema. El análisis completo de los ahorros posibles se presenta en los incisos referentes al sistema de aire acondicionado y al estudio bioclimático de la plaza.

4.3.2. Medidas en el sistema de aire acondicionado

4.3.2.1. General

Debido al impacto que el sistema de aire acondicionado refleja en lo que a consumo y demanda de energía eléctrica se refiere, se realizó un estudio a fondo del estado actual del sistema, para detectar de esa forma los puntos en los que pueden obtenerse ahorros de energía eléctrica.

Como ya se mencionó, existen tres tipos de medidas que pueden implementarse en el sistema de aire acondicionado para obtener ahorros de energía: medidas inmediatas que requieren una inversión mínima, medidas que requieren de un estudio detallado y que su implementación implica una mayor inversión, y finalmente, medidas de apoyo cuya intención es la de reducir la carga térmica existente en el edificio.

4.3.2.2. Medidas inmediatas

A. Presurización y sellado del centro comercial

Como se mencionó en el análisis del sistema de aire acondicionado, uno de los principales problemas actuales es la presurización negativa del edificio, que combinada con una gran cantidad de rendijas que permiten la entrada de aire exterior húmedo, elevan considerablemente los niveles de humedad y temperatura interiores. Este problema debe atacarse por dos caminos diferentes: en primer lugar, es

necesario permitir la entrada de un porcentaje de aire exterior en la mezcla que inyectan las unidades manejadoras de aire, para elevar la presión en el interior de la plaza con aire con niveles de humedad controlados, a diferencia del aire que entra a través de puertas y rendijas. En segundo término, es necesario sellar el edificio en lo posible para evitar entradas de aire exterior no deseadas, aislando las áreas de servicio (oficinas, cocinas de restaurantes, áreas de descarga, etc.), que es donde mayor cantidad de fugas se presentan, del resto del centro comercial. Es conveniente cambiar las puertas actuales, que permanecen abiertas durante largos periodos de tiempo, por puertas automáticas.

B. Rehabilitación y reubicación de sensores y controles del aire acondicionado

Se considera indispensable rehabilitar el sistema de sensores higrotérmicos (termostatos y humidistatos) y dispositivos de control existentes (especialmente válvulas en fan & coils), en los diferentes componentes de los equipos de aire acondicionado instalados en todo el edificio. Se recomienda la calibración de los dispositivos que no están descompuestos y la sustitución de los que no funcionan. Esta medida es esencial para el correcto funcionamiento de los equipos instalados, ya que prácticamente operan sin control e independientemente de las actividades propuestas en este diagnóstico tendientes al ahorro de electricidad.

También se detectó que la ubicación de los sensores higrotérmicos del sistema de aire acondicionado, principalmente en restaurantes es inadecuado, provocando temperaturas no uniformes en un mismo local. Esto se debe a que existen sensores muy cerca de las ventanas, que durante algunas horas del día reciben directamente los rayos solares y registran temperaturas más elevadas que la temperatura promedio del local, teniendo como consecuencia la operación del aire acondicionado por tiempos mayores que los necesarios. Estos sensores deben colocarse en zonas centrales y representativas.

C. Reubicación de equipos existentes

En el caso de algunas manejadoras de aire, como se mencionó en el análisis, no se cuenta con el espacio suficiente para darles un mantenimiento adecuado, teniéndose como consecuencia unidades funcionando a una capacidad menor a la establecida. Para solucionar este problema es necesario reubicar los equipos a sitios donde se tenga el espacio necesario para su mantenimiento, o crearles dicho espacio en el lugar en que se encuentran actualmente.

4.3.2.3. Medidas que requieren mayor inversión

A. Cambio de intercambiadores en condensadores

Un problema existente en el sistema actual de aire acondicionado es que comienzan a aparecer signos de corrosión en los intercambiadores de calor de los chillers, factor que hace que su eficiencia baje y que terminen por quedar inservibles. Para solucionar estos problemas, resultará necesario cambiar a mediano plazo los intercambiadores de los condensadores del sistema de enfriamiento, actualmente de cobre con aletas de aluminio, por otros de cobre con aletas de cobre, medida con la cual se evita la corrosión galvánica.

B. Sistema de control para el aire acondicionado

Los ahorros más importantes en el sistema de aire acondicionado se obtienen principalmente mediante la implementación de un sistema de control de los equipos principales (Chillers, bombas de agua helada y unidades manejadoras de aire), activándolos solamente cuando sea necesario, en función de un control horario y de temperatura y humedad interior de la plaza, eliminando el tiempo de operación

adicional y cortando los picos de demanda máxima registrados, obteniéndose por consiguiente un ahorro considerable de energía.

Se requiere un sistema de control automático que active y desactive los chillers y las bombas de agua helada en función de las temperaturas de confort en interiores (límites ASHRAE) y de la demanda máxima registrada, de forma que no tengan que funcionar innecesariamente. Por otra parte, la secuencia de operación del sistema de bombeo se debe controlar por horario para proveer a las manejadoras y a las unidades de fan & coil únicamente con la cantidad necesaria de agua helada.

En cuanto a los ventiladores de las manejadoras de aire, se propone un sistema de control que los active y desactive en forma automática. El control propuesto para las manejadoras tiene dos métodos de control: control horario y control por temperatura y humedad en el interior de la plaza.

Funcionamiento del sistema de control para el aire acondicionado del centro comercial

El sistema de control propuesto para este centro comercial está enfocado principalmente a obtener un ahorro de energía mediante el control de los equipos que integran el sistema de aire acondicionado.

Mediante el sistema de control se busca:

- Dotar a las unidades generadoras de agua helada de un control horario para asegurar que funcionen alternadamente a su máxima capacidad, aumentando de esta forma la eficiencia con la que operan.
- Proporcionar un control horario a las bombas de agua helada para que satisfagan la demanda de los chillers sin trabajar cuando no sea necesario.

- Equipar a las unidades manejadoras de aire con un doble control: control horario para garantizar que no estén encendidas durante la noche y control por la temperatura del interior de la plaza, para que enciendan solamente cuando su operación sea necesaria.

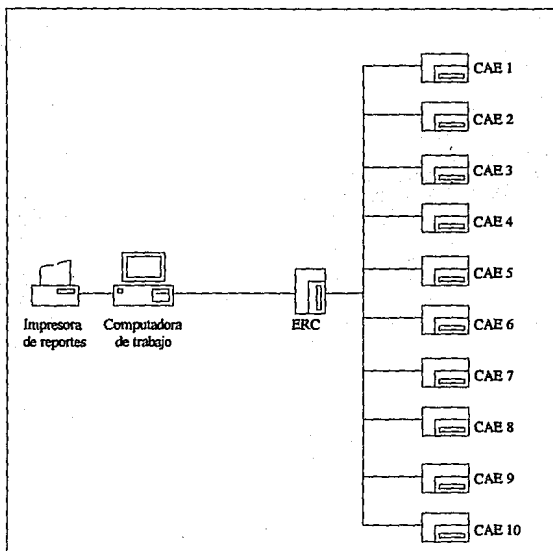
El sistema está diseñado bajo una configuración de control distribuido, constituida por dispositivos electrónicos ubicados cerca de los equipos del sistema de aire acondicionado (chillers, UMA's y bombas de agua helada). La recepción y transmisión de los datos y comandos se realiza a través de una red de comunicación.

El sistema de control contempla en su configuración los siguientes elementos:

- Computadora de trabajo e impresora de reportes
- 1 Estación Remota de Control (ERC)
- 10 Controladores de Aplicación Específica (CAE)
- Instrumentación y sensores
- Software de aplicación

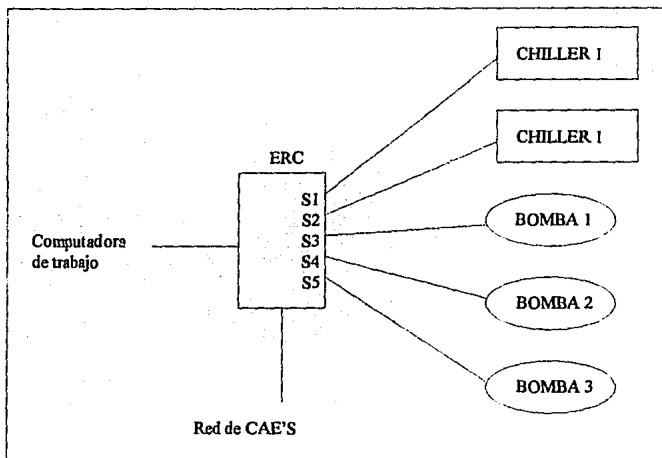
La computadora de trabajo es la parte medular del sistema de control. Ella es la ventana de acceso al sistema para el operador, y reporta continuamente el estado de todos los equipos que se encuentran conectados en la red de control, así como los datos de humedad y temperatura reportados por los sensores. Cuenta para esto con un puerto de comunicaciones en el cual se encuentra conectada la estación remota de control. La configuración general del sistema de control es la que se muestra en el esquema siguiente:

ESQUEMA 4.1. SISTEMA DE CONTROL



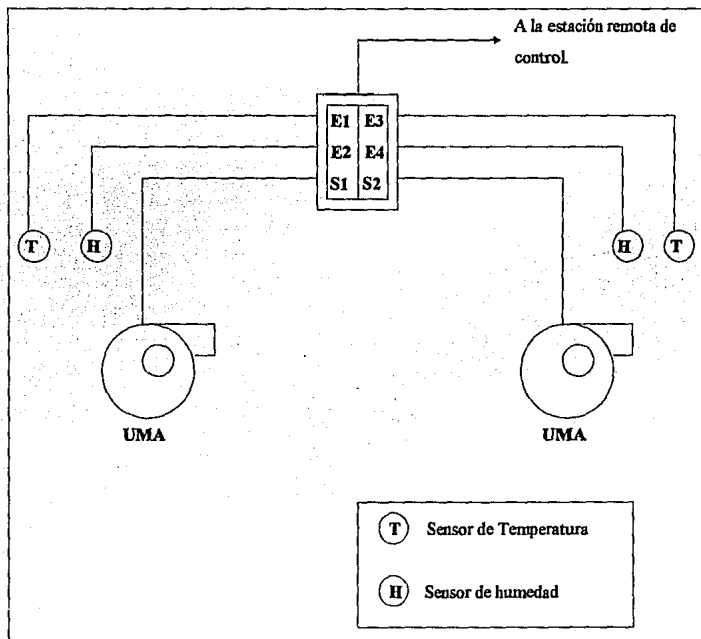
La estación remota de control gobierna a las unidades generadoras de agua helada y a las bombas de agua helada, encendiéndolas y/o apagándolas en función de los criterios establecidos durante la programación. La conexión de estos equipos se muestra en el diagrama siguiente:

ESQUEMA 4.2. DIAGRAMA DE CONEXION DE LA ESTACION REMOTA DE CONTROL



Finalmente, los controladores de aplicación específica propuestos son los encargados de controlar el encendido y apagado de las unidades manejadoras de aire, tanto de áreas generales como de los locales. Cada uno de ellos tiene la capacidad de manejar 4 entradas y dos salidas en forma matricial, es decir, puede asignarse cualquier entrada como criterio de control para cualquier salida. En este caso, cada controlador de este tipo tiene conectada una unidad manejadora de aire en las salidas y sus correspondientes sensores de temperatura y de humedad en las entradas, como se muestra en el diagrama siguiente:

**ESQUEMA 4.3. DIAGRAMA DE CONEXION DE UN
CONTROLADOR DE APLICACION ESPECIFICA**



La arquitectura del sistema de control y supervisión del edificio, se basa en los siguientes criterios de diseño:

- La configuración es del tipo control distribuido, es decir, existen controladores de aplicación específica repartidos por el centro comercial, cada uno de ellos con la capacidad de operar

autónomamente, incluso en el caso de que se rompa la comunicación con la estación remota de control y/o con la computadora de trabajo. Para esto, cada CAE cuenta con su propio microprocesador y con su programa residente e independiente.

- La arquitectura de la configuración esta formada por una estación remota de control (ERC) y 10 controladores de aplicación específica (CAE), que hacen posible llevar a cabo la función de control y supervisión. El uso de esta tecnología permite una modularidad en el crecimiento de la configuración, la cual se puede presentar en un futuro si se desea aumentar el alcance del sistema de control.
- La conexión entre la computadora de trabajo y la estación remota de control se realiza a través de una Red de Area Local (LAN), la cual permite un manejo de datos a una velocidad de 250 Kbauds, proporcionando un medio de comunicación rápido y confiable para el sistema.
- Entre la estación remota de control y los controladores de aplicación específica, existe un bus de protocolo abierto (Open Protocol Bus, OPB), lo que permite integrar al sistema el control de cualquier equipo del edificio con control automático propio, incluso en el caso de que el protocolo de comunicaciones sea diferente al del sistema.

Los ahorros obtenidos con el sistema de control de aire acondicionado se detallan mas adelante en este mismo capítulo.

4.3.2.4. Medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado

El estudio de la medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado relaciona el nivel de adecuación del inmueble a las condiciones climáticas del lugar en el que se encuentra ubicado (estudio bioclimático). Mientras mejor adaptado esté un edificio al clima local, más confortables serán sus espacios y menos

requerirá de sistemas o equipos de climatización artificial, repercutiendo en un considerable ahorro de energía.

El objeto de este estudio bioclimático consiste en detectar y describir la problemática de dicho inmueble, así como plantear alternativas de solución aprovechando al máximo posible las oportunidades de climatización natural, optimizando las condiciones de habitabilidad de los espacios interiores y de esta forma, reduciendo los consumos de electricidad por concepto de aire acondicionado principalmente.

A continuación se describen los datos más relevantes del análisis bioclimático del centro comercial:

1. Se trata de un inmueble que presenta características arquitectónicas completamente inadecuadas al clima local, especialmente en lo que respecta a exceso de vidrio en fachadas y cubiertas sin control solar suficiente.
2. El problema anterior se complica por la orientación de la planta del edificio y el desarrollo tan grande de fachadas hacia los sectores noreste y suroeste, de por sí conflictivos en climas cálidos. La fachada principal al sur, aún siendo relativamente corta, tiene grandes ventanales que permiten una ganancia solar exagerada durante los meses de invierno (que en particular en este tipo de clima cálido húmedo, no son fríos). La fachada del sector noroeste, se encuentra más protegida de insolación, ya que está parcialmente conectada a un edificio contiguo.
3. En particular los ventanales que se encuentran a lo largo del domo de la azotea, permiten una penetración solar directa muy intensa durante todo el año en las mañanas y tardes, soleando los pisos y fachadas interiores del centro comercial, con el consecuente sobrecalentamiento de las superficies receptoras.
4. En el caso del impacto solar en fachadas, éste es sumamente conflictivo y molesto en los ventanales de los sectores noreste y suroeste, especialmente en las zonas que se encuentran

desprotegidas del efecto de sombreado producido por los toldos curvos de lona verde oscuro, que están instalados en las fachadas en cuestión y en la sur.

5. Se pudo detectar que no obstante que el material del domo es de multipanel con alma de poliuretano rígido (termoaislante), su espesor no es suficiente para atenuar lo necesario la transferencia de calor, ya que se percibe en interiores el efecto de irradiación calorífica causado por éstas cubiertas. El acabado exterior beige claro del domo, aunque reflejante, no lo es tanto como el caso necesita.

A continuación se describen las medidas que se consideran más importantes para mejorar el rendimiento del sistema de aire acondicionado en el centro comercial, aclarando que las soluciones bioclimáticas, enfocadas especialmente al control solar en fachadas y cubiertas, permitirán ahorrar electricidad en la medida que los sensores higrotérmicos y elementos de control de los equipos funcionen correctamente en los espacios que comprendan, ya que de lo contrario, solamente se obtendrá un mejoramiento de las condiciones de confort pero sin ahorro de energía.

A. Instalación de micropersianas exteriores en fachadas

Como primera medida de acondicionamiento bioclimático se propone la instalación exterior de micropersianas de aluminio en ventanales verticales. con 70% de superficie abierta; acabado de pintura electrostática negro mate; separación entre persianas de 3 mm; estructura de soporte de 2 mm de ancho y 25 mm de separación entre soportes.

Las ventajas que ofrecen dichas persianas son las siguientes: reducen la ganancia solar global en un 85%; mantienen más frescos los locales que protegen; permiten reducir la demanda de enfriamiento del equipo de aire acondicionado; eliminan deslumbramientos solares; protegen acabados interiores y mobiliario de decoloraciones; el acabado negro mate permite magnífico acceso visual desde dentro hacia afuera y se notan poco las micropersianas aún a cortas distancias; protegen a los ventanales del

polvo y la lluvia disminuyendo la frecuencia de limpieza requerida; son relativamente fáciles de colocar y son inoxidable.

Es importante destacar, que ésta medida se aplicaría solamente en áreas de ventanales y en niveles de altura, que no afectaran la visibilidad de productos en aparadores a la calle, o en ventanales de puertas de acceso sujetas a interacción con el público. El montaje y desmontaje de las micropersianas en caso de huracán , sería relativamente simple.

B. Instalación de persianas metálicas en las ventanas del domo central

En las ventanas cuadradas del domo, se plantea la instalación de persianas metálicas inclinadas de lámina galvanizada con acabado blanco reflejante que permiten únicamente la entrada de luz indirecta. La protección solar a obtener es del 85%.

C. Instalación de tragaluces curvos en las ventanas del domo central

Como alternativa a la solución propuesta en el punto anterior se plantea la instalación de tragaluces curvos en las ventanas del domo central. Con este tipo de tragaluces se obtiene una protección solar del 80%.

Los tragaluces propuestos cuentan con una tapa superior difusora de lámina translúcida de material acrílico blanco, reforzado con fibra de vidrio tipo "Acrylit 202". La tapa curva y las laterales, son de lámina galvanizada con acabado blanco reflejante por ambas caras para que de ésta manera reflejen el sol del oriente (o poniente según orientación), y permitan la reflexión de luz por la superficie interior hacia la parte interior del domo (blanco); el cual a su vez, reflejaría en forma difusa la luz hacia interiores, inundando el atrio del centro comercial con luz blanca y homogénea. El tragaluz en cuestión, cuenta con orificios inferiores y superiores, que inducen un efecto termosifón para ventilar el espacio confinado y evita el efecto "invernadero".

Esta alternativa, aunque constructivamente más elaborada, se pensó de manera que fuera arquitectónicamente compatible con el estilo del inmueble, presentando ventajas para el mejoramiento de la iluminación natural.

D. Cambio en la pintura exterior del domo central

Con objeto de aumentar la reflectividad de la superficie exterior del domo en un 20%, se plantea cambiar el color beige claro actual, pintándolo de color blanco reflejante (De acuerdo con manual Westinghouse). Esta opción aunque relativamente de poco impacto comparada con opciones de control solar directo, influye positivamente en la reducción de ganancias por conducción a través del domo, a la vez que aumenta la sensación de confort en interiores y ayuda a optimizar la secuenciación del sistema de enfriamiento.

E. Cambio en la pintura de los toldos perimetrales

Con objeto de mejorar en un 35% el sombreado que proporcionan actualmente los toldos verdes instalados perimetralmente en las fachadas exteriores del centro comercial, se considera conveniente pintarlos de blanco reflejante por la parte exterior y de blanco mate por la interior. Esta medida protegerá más del sol a las áreas de ventanales afectadas por los toldos, mejorará niveles de iluminación natural en interiores y prácticamente eliminará todos los efectos producidos por los toldos de remisión infrarroja a los ventanales e interiores. Al igual que los toldos, se considera conveniente pintar de blanco reflejante el remate horizontal perimetral de la azotea que actualmente está pintado de verde.

La relación costo beneficio de los sistemas de apoyo al sistema de aire acondicionado se describen mas adelante.

4.3.3. Medidas en el sistema de iluminación

4.3.3.1. General

Con base en el levantamiento del sistema de iluminación realizado en el establecimiento comercial se detectaron los ahorros potenciales que se pueden obtener al mejorar algunos elementos del equipo de iluminación existente.

Para los valores de densidad de carga se consideró como marco de referencia la recomendación de densidad de carga de la publicación ASHRAE/IES 90.1-1989 "ENERGY EFFICIENT DESIGN OF NEW BUILDINGS". Es importante hacer notar que las recomendaciones para la densidad de carga son aplicables para nuevas instalaciones y nos sirven como marco de referencia, sin embargo, tratar de lograr los valores estipulados implicaría un nuevo diseño de iluminación más eficiente y rediseño de la instalación eléctrica. Esta situación no se contempla dentro de los alcances del presente estudio.

Cabe señalar que todas las opciones propuestas van encaminadas a mejorar la eficiencia del sistema de iluminación del inmueble, lográndose ahorros de energía eléctrica del 28.03 %.

La propuesta que se presenta está basada en el cambio de las lámparas existentes por unas de mayor eficacia y menor consumo. Se pretende homogeneizar los niveles de iluminación de todos los locales en donde se realizaron los levantamientos, adecuándolos en lo posible a los requerimientos específicos de cada tienda. Esto se logra reemplazando el sistema de iluminación existente por un sistema con lámparas de Tungsteno-Halógeno más eficaces, con mayor emisión de luz y mejor control del haz luminoso, al dirigir mayor cantidad de luz al plano de trabajo. Es importante mencionar que la dimensión de las lámparas es equivalente a las lámparas reflectoras tradicionales que se tienen actualmente por lo que su sustitución es directa sin necesidad de ninguna adaptación.

En áreas generales del tercer piso y áreas de sanitarios se propone la sustitución de las lámparas fluorescentes existentes por lámparas fluorescentes de alta eficacia. Con este tipo de lámparas se logra

disminuir el consumo de energía en un 28 % aproximadamente, aumentando al nivel de iluminación en 5 % en áreas de sanitarios y pasillos en tercer nivel.

Se propone reemplazar los balastos de baja eficiencia existentes, los cuales ocasionan una disminución en la vida de lámparas, por balastos electromagnéticos de alta eficiencia con protector térmico. Con esta medida se tiene un ahorro por consumo de energía eléctrica aproximado de 28 %.

Se pretende disminuir la densidad de carga reemplazando las lámparas de baja eficacia por lámparas más eficaces y de menor potencia.

Existen locales en los que no es posible aplicar las medidas anteriores debido al tipo de luminarios que tienen y al ambiente que estos sistemas lámpara-luminario crean en la presentación de la mercancía y por consiguiente el proceso general de ventas. Es importante mencionar que el objetivo de la propuesta de ahorro no es afectar las condiciones de venta por lo que los cambios propuestos no contemplan la sustitución de luminarios.

4.3.3.2. Acciones a realizar en áreas generales

A continuación se describe de manera detallada las acciones a realizar en áreas generales:

1. En áreas de pasillos en el primer piso se sustituyen 11 lámparas incandescentes tipo reflector R-30 de 75 watts por lámparas de tungsteno-halógeno PAR-30 de 50 watts, 42°.
2. Se sustituyen las 14 lámparas existentes en pasillos del primer nivel de tipo reflector PAR-38 de 90 watts por lámparas de tungsteno-halógeno PAR-30 de 75 watts, 30°.
3. Las 28 lámparas existentes en áreas generales del primer nivel de tipo tungsteno-halógeno MR-16 de 50 watts se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno de 39 watts, 24°.

4. Las 2 lámparas localizadas en pasillos del primer nivel de halógeno T-3 de 300 watts se sustituyen por lámparas de halógeno de menor potencia de 200 watts.
5. Las 51 lámparas existentes en pasillos del segundo piso de tipo reflector difusa R-30 de 75 watts se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno PAR-30 de 50 watts, 42°.
6. Las 11 lámparas en pasillos del segundo nivel tipo reflector PAR-16 de 75 watts se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno PAR-16 de 60 watts, 27°.
7. Las 2 lámparas localizadas en áreas del segundo nivel de tipo dicróica MR-16 de halógeno se sustituyen por lámparas de halógeno MR-16 de 39 watts.
8. Las dos lámparas existentes de halógeno T3-300 de 300 watts existentes en pasillos del segundo nivel se sustituyen por lámparas de halógeno de 200 watts.
9. La lámpara de tungsteno halógeno tipo reflector PAR-30 de 75 watts existente en pasillos del segundo nivel se sustituye por una lámpara de tungsteno-halógeno PAR-38 de 60 watts, Par 38.
10. Las lámparas existentes en luminarios de tipo canaleta en área de sanitarios se sustituyen por lámparas fluorescentes encendido instantáneo de 60 watts.
11. Los balastos existentes se sustituyen por balastos para dos lámparas fluorescentes encendido instantáneo de alta eficiencia, para dos lámparas de 60 watts con protector térmico.
12. Las lámparas existentes en luminarios tipo canaleta localizadas en pasillos del segundo nivel se sustituyen por lámparas fluorescentes encendido instantáneo, 30 watts. Los balastos se sustituyen por balastos para dos lámparas de encendido instantáneo de 30 watts con protector térmico.

13. Las 1918 lámparas incandescentes de 15 watts existentes para iluminación general en áreas generales de la tienda se sustituyen por lámparas incandescentes S-11 de 10 watts.
14. Las 44 lámparas fluorescentes tipo "U" de 40 watts existentes en pasillos del tercer nivel se sustituyen por lámparas fluorescentes de 31 watts tipo "U".
15. Los balastos existentes se sustituyen por balastos para dos lámparas fluorescentes encendido rápido de 31 watts alto factor de potencia con protector térmico.
16. Las 19 lámparas incandescentes tipo reflector R-30 de 75 watts existentes en áreas generales en tercer nivel se sustituyen por lámparas compacto fluorescentes de 13 watts.
17. Las 10 lámparas fluorescentes de 75 watts existentes en el área de sanitarios de damas y caballeros se sustituyen por lámparas fluorescentes de 60 watts.
18. Los balastos existentes se sustituyen por balastos para dos lámparas fluorescentes de 60 watts encendido instantáneo, alto factor de potencia con protector térmico.
19. Las 4 lámparas fluorescentes de 39 watts encendido instantáneo existentes en el área de sanitarios para damas y caballeros se sustituyen por lámparas fluorescentes de 30 watts y encendido instantáneo.
20. Los balastos existentes para lámparas fluorescentes se sustituyen por balastos para dos lámparas fluorescentes de 30 watts alto factor de potencia con protector térmico.

A continuación se presentan los cuadros correspondientes al levantamiento, al análisis y a las propuestas y medidas mencionadas. En estos cuadros se presentan las características tanto de los equipos reemplazados como de los equipos propuestos.

TABLA 4.12. PASILLOS Y AREAS GENERALES PRIMER NIVEL
SISTEMA EXISTENTE

TARIFA OM

KW DEMANDA N\$24.24

KWH ENERGIA CONSUMIDA N\$ 0.1424

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA N°	CONSUMO N°	TOTAL N°
PLANTA BAJA	PASILLO 1	INCANDESCENTE CONCENTRA DIFUSA, R-30 75 WATTS.	75	11	0.83	3,613.50	239.98	514.56	754.54
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	13	0.65	2,847.00	189.07	405.41	594.48
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS .	50	3	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO T-4 100 WATTS.	100	1	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS .	50	4	0.20	1,022.00	58.18	145.53	203.71
	PASILLO 1	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	2	0.03	153.30	8.73	21.83	30.56
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 3	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	12	0.18	919.80	52.36	130.98	183.34
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-38 90 WATTS.	90	14	1.26	6,438.60	366.51	916.86	1,283.37
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS .	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS.	50	4	0.20	1,022.00	58.18	145.53	203.71
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO, T-3 300 WATTS.	300	2	0.60	3,066.00	174.53	436.60	611.13
	PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE 15 WATTS .	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO MR-16 50 WATTS.	50	28	1.40	7,154.00	407.23	1,018.73	1,425.96
	PASILLO 4	ADITIVOS METALICOS HQI 70 WATTS	95	2	0.19	970.90	55.27	138.26	193.52
	PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE 15 WATTS G.E.	15	12	0.18	919.80	52.36	130.98	183.34
	PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE 15 WATTS G.E.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	TOTAL:			199	6.87	34,928.96	\$1,968.94	\$4,844.72	\$6,814.07

DENSIDAD DE CARGA W/M2

6.91

TABLA 4.13. PASILLOS Y AREAS GENERALES PRIMER NIVEL
SISTEMA PROPUESTO

TARIFA OM

KW DEMANDA N\$24.24

KWH ENERGIA CONSUMIDA N\$ 0.1424

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA N\$	CONSUMO N\$	TOTAL N\$
PLANTA BAJA	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30, 50 WATTS, 42°.	50	11	0.55	2,409.00	169.98	343.04	503.03
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	13	0.65	2,847.00	189.07	405.41	594.48
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS.	50	3	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO T-4 100 WATTS.	100	1	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	4	0.20	1,022.00	58.18	145.53	203.71
	PASILLO 1	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	2	0.03	153.30	8.73	21.83	30.56
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 2	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 3	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE15 WATTS.	15	12	0.18	919.80	52.36	130.98	183.34
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 75 WATTS, 30°.	75	14	1.06	5,366.50	306.42	764.06	1,069.47
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS.	50	4	0.20	1,022.00	58.18	145.53	203.71
	PASILLO 4	HALOGENO 200T3QGL, 200 WATTS.	200	2	0.40	2,044.00	116.36	291.07	407.42
PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23	
PASILLO 4	INCANDESCENTE-HALOGENO 33 WATTS, 24°.	33	28	1.09	5,530.12	317.64	794.61	1,112.26	
PASILLO 4	ADITIVOS METALICOS HQI 70 WATTS	95	2	0.19	970.90	55.27	138.26	193.52	
PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	12	0.18	919.80	52.36	130.98	183.34	
PASILLO 4	COMPACTO-FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28	
			TOTAL:	169	5.08	29,166.47	\$1,709.50	\$4,161.74	\$6,661.24
								AHORRO:	14.36%

DENSIDAD DE CARGA W/M2

6.91

TABLA 4.14.1. PASILLOS Y AREAS GENERALES SEGUNDO NIVEL

TARIFA OM

KW DEMANDA N\$24.24

KWH N\$ 0.1424

SISTEMA EXISTENTE

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA	CONSUMO	TOTAL N\$
SEGUNDO NIVEL	PASILLO 1	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	1	0.02	76.55	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 1	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO MR-16 50 WATTS.	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 2	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	PASILLO 2	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	PASILLO 2	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 2	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 2	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	3	0.23	1,149.75	65.45	163.72	229.17
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	1	0.05	255.50	14.54	36.38	50.93
	PASILLO 5	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 5	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-16 75 WATTS.	75	7	0.53	2,882.75	152.71	382.02	534.74
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-16 75 WATTS.	75	4	0.30	1,533.00	87.25	218.30	305.56
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-16 75 WATTS.	75	4	0.30	1,533.00	87.25	218.30	305.56
	PASILLO 5	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 6	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	PASILLO 6	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	PASILLO 6	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS.	50	1	0.05	255.50	14.54	36.38	50.93
	PASILLO 6	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	3	0.23	1,149.75	65.45	163.72	229.17
	PASILLO 6	INCANDESCENTE-HALOGENO T3-300 300 WATTS.	300	2	0.60	3,096.00	174.53	436.60	611.13
	PASILLO 8	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	3	0.23	1,149.75	65.45	163.72	229.17
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 8	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 75 WATTS.	75	15	1.13	5,748.75	327.24	816.82	1,145.66
	PASILLO 8	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39

TABLA 4.14.2. PASILLOS Y AREAS GENERALES SEGUNDO NIVEL
SISTEMA EXISTENTE

TARIFA OM

KW DEMANDA N\$24.24

KWH N\$ 0.1424

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA	CONSUMO	TOTAL #
SEGUNDO NIVEL	PASILLO 8	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE COMPAX 15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE COMPAX 15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 75 WATTS.	75	4	0.30	1,533.00	87.26	218.30	305.56
	PASILLO 9	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 9	INCANDESCENTE PAR-20 50 WATTS REFLECTOR.	50	1	0.05	255.50	14.54	36.38	50.93
	PASILLO 9	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS.	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85
	PASILLO 9	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 9	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	PASILLO 9	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	76.39
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE LUZ DE DIA F48T12/D 39 V.WATTS	39	1	0.06	281.05	16.00	40.02	58.02
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE LUZ DE DIA F66T12/D 75 WATTS.	75	5	0.46	2,325.05	132.35	331.09	463.44
	PAS. BAÑOS	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	BAÑOS M.	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.15	766.50	43.63	109.15	152.78
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE LUZ DE DIA F48T12/D 39 WATTS	39	4	0.20	1,022.00	58.18	145.53	203.71
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE LUZ DE DIA F66T12/D 75 WATTS.	75	2	0.18	919.80	52.36	130.98	183.34
INTERIOR Y ARCOS	INCANDESCENTE 15 WATTS.	15	1918	28.77	115,511.55	8,368.62	16,448.84	24,817.46	
TOTAL:			2,048	38.22	183,646.80	815,834.22	821,908.90	832,606.82	

DENSIDAD DE CARGA WM/2

37.74

TABLA 4.15.1. PASILLOS Y ÁREAS GENERALES SEGUNDO NIVEL

TARIFA OM

KW DEMANDA N°24.24

KWH N° 0.1424

SISTEMA PROPUESTO

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA	CONSUMO	TOTAL Nº
SEGUNDO NIVEL	PASILLO 1	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 1	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS (42°).	60	1	0.06	266.60	14.64	38.38	60.93
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO 39 WATTS.	39	2	0.08	398.68	22.69	58.78	78.46
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS (42°).	60	1	0.06	266.60	14.64	38.38	60.93
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS (42°).	60	1	0.06	266.60	14.64	38.38	60.93
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS (42°).	60	2	0.10	611.00	29.09	72.77	101.86
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS (42°).	60	2	0.10	611.00	29.09	72.77	101.86
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS (42°).	60	3	0.16	768.60	43.63	109.16	162.78
	PASILLO 2	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS.	50	1	0.05	255.50	14.54	36.38	50.93
	PASILLO 5	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS	15	1	0.02	76.65	4.36	10.91	15.28
	PASILLO 5	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-16 27° 60 WATTS.	60	7	0.42	2,148.20	122.17	306.82	427.78
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-16 27° 60 WATTS.	60	4	0.24	1,228.40	69.81	174.84	244.66
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-38, 28° 60 WATTS.	60	1	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 5	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	4	0.20	1,022.00	68.18	146.63	203.71
	PASILLO 5	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23
	PASILLO 6	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	1	0.06	266.60	14.64	38.38	60.93
	PASILLO 6	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	1	0.06	266.60	14.64	38.38	60.93
	PASILLO 6	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	3	0.16	768.60	43.63	109.16	162.78
	PASILLO 6	HALOGENO 200T3QGL, 200 WATTS.	200	2	0.40	2,044.00	118.35	291.07	407.42
	PASILLO 8	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	3	0.16	768.60	43.63	109.16	162.78
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS.	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11
	PASILLO 8	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	16	0.76	3,832.60	218.18	646.76	783.91
	PASILLO 8	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	1	0.06	266.60	14.64	38.38	60.93

TABLA 4.15.2. PASILLOS Y AREAS GENERALES SEGUNDO NIVEL

TARIFA OM

SISTEMA PROPUESTO

KW DEMANDA N\$24.24

KWH N\$ 0.1424

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA	CONSUMO	TOTAL \$	
SEGUNDO NIVEL	PASILLO 8	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-20 50 WATTS .	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85	
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE COMPAX 15 WATTS .	15	8	0.12	613.20	34.91	87.32	122.23	
	PASILLO 8	COMPACTO FLUORESCENTE COMPAX 15 WATTS .	15	4	0.06	306.60	17.45	43.66	61.11	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	4	0.20	1,022.00	58.18	145.53	203.71	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE PAR-20 50 WATTS REFLECTOR .	50	1	0.05	255.50	14.54	36.38	50.93	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 50 WATTS .	50	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	2	0.10	511.00	29.09	72.77	101.85	
	PASILLO 9	INCANDESCENTE-HALOGENO PAR-30 60 WATTS.	60	1	0.05	255.50	14.54	36.38	50.93	
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE LUZ DE DIA 39 WATTS	39	1	0.06	281.05	16.00	40.02	56.02	
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE , 60 WATTS BAL. ALTA EFICIENCIA.	60	6	0.48	2,326.06	132.36	331.08	483.44	
	PAS. BAÑOS	COMPACTO FLUORESCENTE 15 WATTS .	15	4	0.08	306.60	17.45	43.66	61.11	
	BAÑOS M.	INCANDESCENTE REFLECTOR DIFUSA R-30 75 WATTS.	75	2	0.18	919.80	52.36	130.98	183.34	
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE 30 WATTS,BALAST. ALTA EFICIENCIA.	30	4	0.14	684.96	39.66	88.96	128.62	
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE, 60 WATTS BALAS. ALTA EFICIENCIA.	60	2	0.13	638.76	36.38	90.96	127.32	
	INTERIOR Y ARCOS	INCANDESCENTE S-11 DE 10 WATTS CLARA.	10	1818	18.18	77,007.70	5,578.08	10,965.80	16,544.87	
	TOTAL:				2,045	24.38	106,027.38	67,230.39	\$15,088.30	\$22,329.28

NOTA: EL SISTEMA PROPUESTO APARECE EN NEGRITAS

AHORRO 31.05%

DENSIDAD DE CARGA W/M2

26.90

TABLA 4.10. AREAS GENERALES TERCER NIVEL
SISTEMA EXISTENTE

TARIFA OM

KW DEMANDA \$324.24

KWH \$0.1424

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KW/ AÑO	DEMANDA	CONSUMO	TOTAL \$
TERCER NIVEL	PASILLO	INCANDESCENTE REFLECTOR, R-30 75 WATTS.	75	18	1.35	6,896.50	362.69	982.35	1,375.03
	PASILLO	FLUORESCENTE , 40 WATTS.	40	22	1.10	5,821.00	319.97	800.43	1,120.40
	PASILLO	COMPACTO-FLUORESCENTE 13 WATTS.	13	18	0.23	1,195.74	68.07	170.27	238.34
	PASILLO	FLUORESCENTE ENCENDIDO INSTANTANEO 75 WATTS.	75	8	0.72	3,879.20	209.43	523.92	733.35
	PASILLO	FLUORESCENTE TIPO U T-12 40 WATTS.	40	22	1.10	5,821.00	319.97	800.43	1,120.40
	PASILLO	INCANDESCENTE REFLECTOR, R-30 75 WATTS.	75	1	0.08	383.25	21.82	54.57	78.39
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE ENCENDIDO INSTANTANEO 75 WATTS.	75	8	0.54	4,730.40	157.06	673.81	830.68
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE ENCENDIDO INSTANTANEO 39 WATTS.	39	2	0.10	878.00	29.09	124.74	153.83
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE ENCENDIDO INSTANTANEO 75 WATTS.	75	4	0.36	3,153.60	104.72	449.07	553.79
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE ENCENDIDO INSTANTANEO 39 WATTS.	39	2	0.10	870.00	29.09	124.74	153.83
TOTAL:			103	8.88	63,034.89	\$1,991.91	\$4,704.14	\$6,696.08	

DENSIDAD DE CARGA W/M2

20.27

TABLA 4.17. AREAS GENERALES TERCER NIVEL

SISTEMA PROPUESTO

TARIFA OM

KW DEMANDA \$24.24

KWH \$0.1424

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	DEMANDA	CONSUMO	TOTAL \$
TERCER NIVEL	PASILLO	LAMPARA COMPACTO-FLUORESCENTE PL-13, 13 WATTS	13	18	0.34	1,747.62	99.48	248.86	348.34
	PASILLO	FLUORESCENTE TIPO U , 31 WATTS, CON BAL. ALTO FACTOR DE P.	40	22	1.10	5,621.00	319.97	800.43	1,120.40
	PASILLO	COMPACTO-FLUORESCENTE , 13 WATTS.	13	18	0.23	1,195.74	68.07	170.27	238.34
	PASILLO	FLUORESCENTE ENCENDIDO INSTANTANEO 75 WATTS.	75	8	0.80	3,066.00	174.53	436.60	611.13
	PASILLO	FLUORESCENTE TIPO U 31 WATTS, CON BAL. ALTO FACTOR DE P.	40	22	1.10	5,621.00	319.97	800.43	1,120.40
	PASILLO	LAMPARA COMPACTO-FLUORESCENTE PL-13, 13 WATTS	13	1	0.02	97.09	5.53	13.83	19.35
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE 60 WATTS CON BAL. ALTO FACTOR DE P.	60	6	0.38	3,286.00	109.08	467.78	576.86
	BAÑOS H.	FLUORESCENTE 30 WATTS CON BAL. ALTO FACTOR DE P.	30	2	0.07	595.68	19.78	84.82	104.60
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE 60 WATTS CON BAL. ALTO FACTOR DE P.	60	4	0.25	2,190.00	72.72	311.86	384.58
	BAÑOS M.	FLUORESCENTE 30 WATTS CON BAL. ALTO FACTOR DE P.	30	2	0.07	595.68	19.78	84.82	104.60
TOTAL:			103	103	4.16	24,014.81	\$1,200.90	\$3,419.71	\$4,620.61

AHORRO: 27.18%

DENSIDAD DE CARGA WMZ

14.85

TABLA 4.18. RESUMEN GENERAL

SISTEMA EXISTENTE AREAS GENERALES

AREA TIPO	KWATTS	KWH ANUAL	AREA M2	DENSIDAD DE CARGA	IMPORTE \$		
					DEMANDA	CONSUMO	TOTAL
AREAS GENERALES PASILLOS PRIMER NIVEL	6.87	34,028.95	894.80	6.91	1,998.35	4,845.72	6,844.07
AREAS GENERALES PASILLOS SEGUNDO NIVEL	36.21	153,555.50	959.68	37.73	10,534.22	21,866.30	32,400.52
AREAS GENERALES PASILLOS TERCER NIVEL	5.68	33,034.69	280.16	20.27	1,651.91	4,704.14	6,356.05
TOTAL:	48.76	220,619.14	2,234.64	21.82	\$14,184.48	\$31,416.16	\$46,800.64

SISTEMA PROPUESTO AREAS GENERALES

AREA TIPO	KWATTS	KWH ANUAL	AREA M2	DENSIDAD DE CARGA	IMPORTE \$			AHORRO POR PASILLOS
					DEMANDA	CONSUMO	TOTAL	
AREAS GENERALES PASILLOS PRIMER NIVEL	5.88	29,155.47	894.80	5.91	1,709.50	4,151.74	5,861.24	14.36%
AREAS GENERALES PASILLOS SEGUNDO NIVEL	24.86	106,027.39	959.68	25.90	7,230.99	15,098.30	22,329.29	31.08%
AREAS GENERALES PASILLOS TERCER NIVEL	4.16	24,014.81	280.16	14.85	1,208.90	3,419.71	4,628.61	27.18%
TOTAL:	34.90	160,197.67	2,234.64	18.62	\$10,149.39	\$22,669.75	\$32,819.14	28.99%

AHORRO:	28.99%
TOTAL	

4.3.3.3. Acciones a realizar en los cinco locales

A continuación se describe de manera detallada las acciones a realizar en el área de locales, explicando las densidades de carga y los ahorros aproximados que se tienen por la sustitución del sistema existente.

A. Tienda de artesanías 1

El equipo de iluminación que utiliza la Tienda de artesanías 1 esta integrado por lámparas de tungsteno-halógeno MR-16 de 50 watts. Estas lámparas se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno de 39 watts.

Los ahorros que se obtienen por sustitución del equipo de iluminación son del 22 %. La densidad de carga que se tiene actualmente es de 105.27 W/m^2 ; con la sustitución del equipo existente, la densidad de carga resultante es de 82.23 W/m^2 aproximadamente.

B. Joyería 1

Se sustituyen las lámparas de tungsteno-halógeno MR-16 de 50 watts por lámparas de tungsteno-halógeno de 39 watts. En las mediciones realizadas en este local se obtuvieron valores elevados de niveles de iluminación y densidad de carga, por lo que se propone como medida el retiro de 6 lámparas halospot de tungsteno-halógeno de 50 watts, de 14 lámparas de tungsteno-halógeno de bajo voltaje MR-16 de 50 watts y el retiro de 4 lámparas de aditivos metálicos HQI de 70 watts.

El ahorro que se presenta por sustitución del sistema de iluminación es del 31.34 %. La densidad de carga que se tiene actualmente es de 93.75 W/m^2 ; la densidad de carga que se tiene con la implementación del sistema propuesto es de 63.86 W/m^2 .

C. Joyería 2

Las 22 lámparas PAR-38 de 90 watts se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno PAR-30 de 75 watts.

Las 44 lámparas de tungsteno-halógeno MR-16 DE 50 watts, se sustituyen por lámparas de tungsteno halógeno de 39 watts.

El ahorro obtenido por sustitución del equipo de iluminación es de 17.36 %. La densidad de carga que se tiene actualmente es de 88.83 W/m²; con la implementación del sistema propuesto se tiene una densidad de carga aproximada de 73.48 Watt/m².

D. Boutique 1

Las 20 lámparas incandescentes A-19 de 75 watts se sustituyen por lámparas compacto fluorescentes de 15 watts. Las 111 lámparas incandescentes P45 de 40 watts se sustituyen por lámparas compacto fluorescentes de 15 watts.

El ahorro que se presenta es de 61.53 %. La densidad de carga que se tiene actualmente es de 86.80 W/m²; con la sustitución del sistema propuesto se tiene una densidad de carga de 33.46 W/m².

E. Restaurante 1

Las 62 lámparas PAR-38 de 75 watts se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno PAR-38 de 60 watts. Las 8 lámparas de tungsteno-halógeno MR-16 de 50 watts se sustituyen por lámparas de tungsteno-halógeno de 39 watts. Las 6 lámparas PAR-36 de 75 watts se sustituyen por lámparas PAR-36 de 50 watts de tungsteno-halógeno, y las 14 lámparas fluorescentes de 75 watts existentes en el área de cocina se sustituyen por lámparas fluorescentes de alta eficiencia de 60 watts. Los balastos existentes para lámparas fluorescentes de 75 watts se sustituyen por balastos para dos lámparas fluorescentes de 60 watts, alto factor de potencia y con protector térmico.

Es importante mencionar que los sistemas de iluminación cuentan con circuitos de control regulables, razón por la cual no es conveniente la sustitución por lámparas de tipo compacto-fluorescentes.

Se presenta un ahorro del 8.38 %. La densidad de carga que se tiene actualmente es de 39.41 W/m²; la densidad de carga que se tiene con la implementación del sistema propuesto es de 36.12 W/m².

A continuación se presentan las tablas correspondientes al levantamiento, al análisis y a las propuestas y medidas mencionadas. En estos cuadros se presentan las características tanto de los equipos reemplazados como de los equipos propuestos y se indican los ahorros esperados.

TABLA 4.19. TIENDA DE ARTESANIAS 1

SISTEMA EXISTENTE

TARIFA 2

CARGO FIJO N° 0.4

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE N°
PLANTA BAJA	EXHIBIDORES Y PASILLOS	INCANDESCENTE-HALOGENO, MR-16, 50 WATTS	50	96	4.75	20,805.00	8,322.00
TOTAL:			96	4.75	20,805.00	8,322.00	

DENSIDAD DE CARGA W/M2

105.27

SISTEMA PROPUESTO

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE N°
PLANTA BAJA	EXHIBIDORES Y PASILLOS	INCANDESCENTE-HALOGENO, 39 WATTS.	39	96	3.71	16,227.96	6,491.16
TOTAL:			96	3.71	16,227.96	6,491.16	

AHORRO:

22.00%

COSTUMBRES DE OPERACION

DENSIDAD DE CARGA W/M2

82.23

HORA DE ENCENDIDO: 9:30 HRS

HORA DE APAGADO: 21:30 HRS

HORAS DE OPERACION DIARIA: 12:00 HRS

DIAS DE OPERACION ANUAL: 365

TABLA 4.20. JOYERIA 1

SISTEMA EXISTENTE

TARIFA 2

CARGO FIJO R\$ 0.4

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE
PLANTA BAJA	APARADOR	INCANDESCENTE-HALÓGENO, MR-16, 50 WATTS.	50	81	4.05	18,111.86	7,644.78
		INCANDESCENTE-HALÓGENO, 50 WATTS.	50	37	1.86	8,730.15	3,492.08
		ADITIVOS METÁLICOS, HQI-TS, 70 WATTS.	70	10	0.95	4,483.05	1,793.22
		TOTAL:	128	128	6.90	32,325.16	12,930.08

DENSIDAD DE CARGA W/M²

33.76

SISTEMA PROPUESTO

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE
PLANTA BAJA	APARADOR	INCANDESCENTE-HALÓGENO, MR-16, 39 WATTS.	39	87	2.61	12,336.78	4,932.30
		INCANDESCENTE-HALÓGENO, 50 WATTS.	50	31	1.55	7,314.45	2,825.78
		ADITIVOS METÁLICOS, HQI-TS, 70 WATTS.	50	6	0.54	2,548.26	1,019.30
		TOTAL:	134	124	4.70	22,200.49	8,777.38

COSTUMBRES DE OPERACION

HORA DE ENCENDIDO: 9:00 HRS

HORA DE APAGADO: 22:00 HRS

HORAS DE OPEARCIÓN DIARIA: 13 HRS

DIAS DE OPERACION ANUAL: 365

AHORRO: 31.34%

DENSIDAD DE CARGA W/M²:

63.06

TABLA 4.21. JOYERIA 2

TANFA 2

CARGO FIJO \$50.4

SISTEMA EXISTENTE

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE \$
PLANTA BAJA	APARADOR	INCANDESCENTE-HALOGENO, PAR-38 DE 90 WATTS.	90	22	1.98	9,395.10	3,758.04
		INCANDESCENTE-HALOGENO, MR-16 50 WATTS.	50	44	2.2	10,439.00	4,175.60
		ADITIVOS MATALICOS, HQI-TS, 70WATTS.	70	2	0.18	854.10	341.64
		FLUORESCENTE, LUZ DE DIA, 39 WATTS.	39	6	0.33	1,565.85	626.34
		TOTAL:	74	4.68	22,284.06	88,901.62	

DENSIDAD DE CARGA W/M2

88.83

SISTEMA PROPUESTO

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE \$
PLANTA BAJA	APARADOR	INCANDESCENTE-HALOGENO, PAR-30 DE 76 WATTS.	76	22	1.66	7,829.28	3,131.70
		INCANDESCENTE-HALOGENO, 39 WATTS.	39	44	1.72	8,142.42	3,254.87
		ADITIVOS MATALICOS, HQI-TS, 70WATTS.	70	2	0.18	854.10	341.64
		FLUORESCENTE, LUZ DE DIA, 39 WATTS.	39	6	0.33	1,565.85	626.34
		TOTAL:	74	3.89	18,391.62	87,284.82	

COSTUMBRES DE OPERACION

HORA DE ENCENDIDO: 9:00 HRS
 HORA DE APAGADO: 22:00 HRS
 HORAS DE OPERACION DIARIA: 13 HRS
 DIAS DE OPERACION ANUAL: 365

AHORRO: 17.36%

DENSIDAD DE CARGA W/M2

73.48

TABLA 4.22. BOUTIQUE 1

TARIFA 2

SISTEMA EXISTENTE

CARGO FJO N° 0.4

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE R\$
PLANTA BAJA	ENTRADA	INCANDESCENTE, A-19 DE 75 WATTS.	75	20	1.50	7,117.50	2,847.00
	AREA GRAL	INCANDESCENTE, P45 DE 40 WATTS.	40	111	4.44	21,067.80	8,427.12
	AREA GRAL	FLUORESCENTE, F96T12/D 75 WATTS.	75	8	0.52	2,467.40	966.96
TOTAL:				139	6.46	29,652.70	112,261.08

DENSIDAD DE CARGA W/M2

86.80

SISTEMA PROPUESTO

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE R\$
PLANTA BAJA	ENTRADA	COMPACTO FLUORESCENTE G-40 16 WATTS.	16	20	0.30	1,423.50	569.40
	AREA GRAL	COMPACTO FLUORESCENTE G-40 16 WATTS.	16	111	1.67	7,900.43	3,160.17
	AREA GRAL	FLUORESCENTE, F96T12/D 75 WATTS.	75	8	0.52	2,467.40	966.96
TOTAL:				139	2.49	11,791.33	4,718.53

AHORRO:

61.83%

COSTUMBRES DE OPERACION

DENSIDAD DE CARGA W/M2:

33.46

HORA DE ENCENDIDO: 9:00 HRS

HORA DE APAGADO: 22:00 HRS

HORAS DE OPERACION DIARIA: 13:00 HRS

DIAS DE OPERACION ANUAL: 365

TABLA 4.23. RESTAURANTE 1

SISTEMA EXISTENTE

TARIFA 2

CARGO FLUJO M\$ 0.4

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE M\$
PLANTA BAJA	PRIMER NIVEL	INCANDESCENTE-HALOGENO, PAR-20, 50 WATTS.	50	17	0.85	3,650.00	1,480.00
		INCANDESCENTE, PAR-38, 75 WATTS.	75	52	3.90	22,776.00	9,110.40
		INCANDESCENTE, T-10(T4), 15 WATTS.	15	4	0.06	350.40	140.16
		INCANDESCENTE, SOFTONE, A-19 60 WATTS.	60	48	2.88	18,819.20	6,727.68
		INCANDESCENTE, CONCENTRA PAR-38, 75 WATTS.	75	10	0.75	4,380.00	1,752.00
		INCANDESCENTE-HALOGENO, PAR-56 COOL-BEAM.	300	8	2.40	14,016.00	5,606.40
		INCANDESCENTE, A-19 75 WATTS.	75	23	1.73	10,074.00	4,028.60
		FLUORESCENTE, LUZ DE DIA 75 WATTS.	75	14	0.91	7,971.60	3,188.64
		COMPACTO-FLUORESCENTE, DULUX PL-13, 13 WATTS.	13	1	0.01	75.82	30.37
		INCANDESCENTE, PAR-38 COMPACT NARROW-FLOOD, 75 WATTS.	75	6	0.45	2,628.00	1,051.20
		INCANDESCENTE-HALOGENO MR-16 50 WATTS.	50	8	0.40	2,336.00	934.40
TOTAL:			161	14.33	86,977.52	33,490.36	

DENSIDAD DE CARGA W/M2

38.41

TABLA 4.24. RESTAURANTE 1

SISTEMA PROPUESTO

TARIFA 2

CARGO FIJO N° 0.4

UBICACION	AREA TIPO	LAMPARA	WATTS LAMPARA	CANTIDAD	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE \$
PLANTA BAJA	PRIMER NIVEL	INCANDESCENTE-HALOGENO, PAR-20, 50 WATTS.	50	17	0.85	3,650.00	1,460.00
		TUROSISTENO-HALOGENO PAR38, 60Watts, 42°.	60	62	3.12	18,220.80	7,288.32
		INCANDESCENTE, T-10(T4), 15 WATTS.	15	4	0.06	350.40	140.16
		INCANDESCENTE, SOFTONE, 60 WATTS.	60	48	2.88	18,819.20	6,727.68
		TUROSISTENO-HALOGENO PAR38, 60Watts, 42°.	60	10	0.80	3,604.00	1,401.60
		INCANDESCENTE-HALOGENO, PAR-56 COOL-BEAM	300	8	2.40	14,016.00	5,606.40
		INCANDESCENTE, A-19 75 WATTS.	75	23	1.73	10,074.00	4,029.60
		FLUORESCENTE, 80 WATTS, BALAS, ELECTROMAGNETICO ALTA EF.	80	14	0.88	7,848.00	3,088.00
		COMPACTO-FLUORESCENTE, DULUX PL-13, 13 WATTS.	13	1	0.01	75.82	30.37
		TUROSISTENO-HALOGENO PAR36, 60 WATTS.	60	6	0.30	1,782.00	700.80
		INCANDESCENTE-HALOGENO, 39 WATTS.	39	5	0.31	1,622.88	728.83
		TOTAL:		181	18.34	77,948.40	\$31,179.78

COSTUMBRES DE OPERACION

HORA DE ENCENDIDO: 10:00 HRS
 HORA DE APAGADO: 2:00 HRS
 HORAS DE OPERACION DIARIA: 16 HRS
 DIAS DE OPERACION ANUAL: 365

AHORRO: 8.58%

DENSIDAD DE CARGA W/M2

38.12

TABLA 4.25. RESUMEN GENERAL

SISTEMA EXISTENTE LOCALES

AREA TIPO	KWATTS	KWH ANUAL	AREA M2	DENSIDAD DE CARGA	TOTAL \$S
TIENDA DE ARTESANIAS 1	4.75	20,805.00	45.12	105.27	\$8,322.00
JOYERIA 1	6.90	32,325.15	73.60	63.75	\$12,630.06
JOYERIA 2	4.69	22,254.05	52.80	88.83	\$8,901.62
BOUTIQUE 1	6.48	30,652.70	74.42	86.80	\$12,261.08
RESTAURANTE 1	14.34	65,077.12	363.80	39.42	\$34,030.85
TOTAL:	37.14	191,114.02	609.74	60.91	\$76,446.61

SISTEMA PROPUESTO LOCALES

AREA TIPO	KWATTS	KWH ANUAL	AREA M2	DENSIDAD DE CARGA	TOTAL	AHORRO POR LOCAL
TIENDA DE ARTESANIAS 1	3.71	16,227.60	45.12	82.23	\$6,491.16	22.00%
JOYERIA 1	4.70	22,193.48	73.60	63.86	\$8,877.38	31.34%
JOYERIA 2	3.88	18,391.62	52.80	73.48	\$7,359.65	17.36%
BOUTIQUE 1	2.49	11,791.33	74.42	33.46	\$4,716.53	61.53%
RESTAURANTE 1	13.14	77,949.40	363.80	36.12	\$31,179.76	8.38%
TOTAL:	27.82	146,563.71	609.74	46.78	\$68,621.48	23.32%

AHORRO	23.32%
TOTAL	

4.4. AHORROS ESPERADOS

4.4.1. General

En base al estudio descrito en esta tesis, puede decirse que dentro del edificio del centro comercial existe un elevado potencial de ahorro de energía eléctrica. De acuerdo con la división de los sistemas conservada a lo largo de este documento, los ahorros pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Ahorro por remodelación de la iluminación de la plaza y los locales.
- Ahorro por modificaciones al sistema de control del aire acondicionado.

A continuación se detallan individualmente cada uno de los ahorros detectados.

4.4.2. Ahorro en el sistema de aire acondicionado

Dentro del sistema de aire acondicionado se detecto un potencial considerable de ahorro de energía eléctrica, logrado mediante la implementación de un sistema de control que limite la demanda y el consumo de energía haciendo funcionar el sistema en función de la temperatura y la humedad de la plaza, de un horario y de los límites de demanda máxima preestablecidos en el sistema.

Como se puede ver claramente en las gráficas de demanda de energía eléctrica, existen picos considerables en el transformador de 1500 KVA, mismo que alimenta el sistema de aire acondicionado. Mediante un control del equipo de aire acondicionado, puede reducirse el cargo por demanda máxima en 35.35 kW, con un ahorro mensual de:

$$35.35 \text{ kW} \times 24.24 \text{ N\$/kW} = \text{N\$ } 856.88$$

En lo que a ahorro por consumo se refiere, el ahorro esperado es de 17,139.29 KW/H mensuales, es decir:

$$17,139.29 \text{ KW/H} \times \text{N}\$ 0.14243 = \text{N}\$ 2,441.32$$

El ahorro mensual total obtenido por la disminución de consumo y demanda es de:

$$\text{N}\$ 856.88 + \text{N}\$ 2,441.32 = \text{N}\$ 3,298.20$$

Del análisis anterior se desprende que el ahorro anual obtenido por control del aire acondicionado es de:

$$\text{N}\$ 3,298.20 \times 12 = \underline{\text{N}\$ 39,578.45}$$

Como se explicó anteriormente, con dicho sistema se llevará a cabo un control horario y por temperatura de las unidades enfriadoras de agua, las bombas de agua helada y las unidades manejadoras de aire. Los ahorros por demanda y por consumo de energía eléctrica se detallan a continuación, así como el cálculo del tiempo de amortización de la instalación, que en este caso es de 2.47 años.

**TABLA 4.26. AHORRO POR CONTROL DEL
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

CONCEPTO	SISTEMA DE CONTROL
CARGA TERMICA MAXIMA [TR]	305.00
CARGA TERMICA ESPERADA [TR]	305.00
DEMANDA MAXIMA ACTUAL [kW]	492.61
DEMANDA MAXIMA ESPERADA [kW]	457.26
VARIACION DE DEMANDA MAXIMA	35.35
CONSUMO MENSUAL ACTUAL [KW/H]	229,063.65
CONSUMO MENSUAL ESPERADO [KW/H]	211,924.36
DISMINUCION DE CONSUMO [KW/H]	17,139.29
AHORRO EN DEMANDA [NS]	856.88
AHORRO EN CONSUMO [NS]	2,441.32
AHORRO TOTAL MENSUAL [NS]	3,298.20
AHORRO TOTAL ANUAL [NS]	39,578.45
INVERSION NECESARIA [NS]	104,469.46
TIEMPO DE AMORTIZACION [Años]	2.64

**TABLA 4.27. ANALISIS DE AMORTIZACION
SISTEMA DE CONTROL DE AIRE ACONDICIONADO**

I	INVERSION [NS]	104,469.46
A	AHORRO [NS]	39,578.45
V	VIDA UTIL [AÑOS]	10.00
D=I/V	DEPRECIACION [NS]	10,446.95
d	TASA DE DESCUENTO [%]	15.96%
F	FACTOR DE ACTUALIZACION	4.840
VA=FxA	VALOR PRESENTE DEL AHORRO [NS]	191,376.88
X=(I/A)x12	AMORTIZACION [MESES]	31.67
TIR=(A-D)/I	TASA DE RETORNO DE LA INVERSION [%]	27.89%
RCR=VA/I	RELACION BENEFICIO-COSTO	1.83

Nota: El detalle de la inversión necesaria para el sistema de control de aire acondicionado se encuentra en el Apéndice D.

4.4.3. Ahorro por medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado

Es importante hacer notar que mediante la implementación de medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado en el edificio del centro comercial, no se obtienen ahorros directamente. En su lugar, se logra una disminución en la ganancia solar del inmueble, y por consiguiente, una disminución en la carga térmica de la plaza y un aumento de confort en el edificio. El ahorro de energía se obtiene cuando el equipo instalado de aire acondicionado opera en función de la temperatura y la humedad interna de la plaza, es decir, deja de funcionar continuamente, activándose solamente cuando la temperatura pasa de un nivel preestablecido y/o la humedad relativa rebasa el límite de confort. Cuando las condiciones ambientales en el interior del edificio se encuentran dentro del rango de confort establecido, no es necesario el funcionamiento del equipo de refrigeración. En estos casos, el sistema de control se encarga de apagarlo. Con el sistema de control, todo el equipo de aire acondicionado del centro comercial funciona en base a un horario y a las condiciones de temperatura interiores. Sin embargo, para lograr todo el potencial de ahorro que se puede obtener con las medidas bioclimáticas, es indispensable el correcto funcionamiento y la calibración de los sensores de temperatura y humedad de las unidades de fan & coil ubicadas en los locales de la plaza.

Dentro de los ahorros obtenidos por las medidas bioclimáticas adaptadas a la plaza, el cálculo de los costos, los ahorros y el tiempo de amortización de cada una de las opciones se encuentra en la página siguiente. Es importante subrayar que aunque en general, la relación costo-beneficio de las medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado es muy baja y los tiempos de amortización son superiores a los 6 años, hay que tener en cuenta antes de tomar una decisión en cuanto a su implementación, que con ellas se obtienen beneficios muy importantes en confort higrotérmico y nivel de carga térmica del edificio.

**TABLA 4.28. AHORROS POR MEDIDAS DE
APOYO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

CONCEPTO	MICRO PERSIANAS	PERSIANAS EN DOMO	FRAGALUCES EN DOMO
CARGA TERMICA MAXIMA [TR]	305.00	305.00	305.00
CARGA TERMICA ESPERADA [TR]	269.40	304.20	296.90
DEMANDA MAXIMA ACTUAL [kW]	492.61	492.61	492.61
DEMANDA MAXIMA ESPERADA [kW]	454.60	481.65	481.65
VARIACION DE DEMANDA MAXIMA	38.01	10.96	10.96
CONSUMO MENSUAL ACTUAL [KW/H]	229,063.65	229,063.65	229,063.65
CONSUMO MENSUAL ESPERADO [KW/H]	213,231.35	225,668.45	225,668.45
DISMINUCION DE CONSUMO [KW/H]	15,832.30	3,395.20	3,395.20
AHORRO EN DEMANDA [NS]	921.36	265.67	265.67
AHORRO EN CONSUMO [NS]	2,255.15	483.61	483.61
AHORRO TOTAL MENSUAL [NS]	3,176.52	749.28	749.28
AHORRO TOTAL ANUAL [NS]	38,118.18	8,991.39	8,991.39
INVERSION NECESARIA [NS]	577,034.70	27,781.60	58,163.60
TIEMPO DE AMORTIZACION [Años]	15.14	3.09	6.47

CONCEPTO	M. PERSIANAS FACHADA SUR	PINTAR DOMO DE BLANCO
CARGA TERMICA MAXIMA [TR]	305.00	305.00
CARGA TERMICA ESPERADA [TR]	285.70	304.20
DEMANDA MAXIMA ACTUAL [kW]	492.61	492.61
DEMANDA MAXIMA ESPERADA [kW]	471.61	491.61
VARIACION DE DEMANDA MAXIMA	21.00	1.00
CONSUMO MENSUAL ACTUAL [KW/H]	229,063.65	229,063.65
CONSUMO MENSUAL ESPERADO [KW/H]	219,965.15	228,551.35
DISMINUCION DE CONSUMO [KW/H]	9,098.50	512.30
AHORRO EN DEMANDA [NS]	509.04	24.24
AHORRO EN CONSUMO [NS]	1,295.99	72.97
AHORRO TOTAL MENSUAL [NS]	1,805.03	97.21
AHORRO TOTAL ANUAL [NS]	21,660.36	1,166.54
INVERSION NECESARIA [NS]	55,000.00	16,394.40
TIEMPO DE AMORTIZACION [Años]	2.54	14.05

Nota: La inversión necesaria es real extraída de cotizaciones de diversos proveedores.

4.4.4. Ahorro por remodelación de iluminación

4.4.4.1. Pasillos y Areas Generales

Una vez realizadas todas las acciones descritas en el punto anterior en cuanto al reemplazo de lámparas y balastos por elementos de mayor eficacia, se obtienen los siguientes ahorros.

Con el sistema actual de iluminación en áreas generales y pasillos se tiene un consumo de energía eléctrica de 220,619.14 KW/H anuales. En el sistema de iluminación propuesto se reduce este consumo a 159,197.67 KW/H anuales, es decir, se tiene un ahorro de 61,421.47 KW/H anualmente, equivalente a un ahorro del 28.03%.

En cuanto a demanda de energía eléctrica se refiere, en el sistema de iluminación actual asciende a 48.76 KW. El sistema de iluminación propuesto demanda sólo 34.90 KW. En este sentido podemos ver que se tiene un ahorro por demanda de 13.86 KW. Sumando los ahorros por consumo y por demanda de energía eléctrica, se tiene un ahorro anual de NS\$12,780.47

4.4.4.2. Locales

Una vez realizadas todas las medidas descritas en el punto anterior en cuanto al reemplazo de lámparas por elementos de mayor eficacia, se obtienen los siguientes ahorros:

Con el sistema actual de iluminación en locales se tiene un consumo de energía eléctrica de 191,114.02 KW/H anuales por los 5 locales. En el sistema de iluminación propuesto se reduce este consumo a 146,553.71 KW/H anuales, es decir, se tiene un ahorro de 44,560.31 KW/H anualmente que representa un ahorro de 23.3%.

En cuanto a la demanda de energía eléctrica se refiere, en el sistema de iluminación actual en locales esta cantidad asciende a 37.14 KW considerando los 5 locales en donde se realizó el diagnóstico. El sistema de iluminación propuesto demanda sólo 27.92 KW. En este sentido podemos ver que se tiene un ahorro por demanda de 9.22 KW que equivale a un 24.6%. Se tiene un ahorro anual para los cinco locales representativos de NS17,824.12.

Tomando en cuenta que en dicho establecimiento el número total de locales es de 86, con un consumo mensual promedio de 214,620 KWH y una demanda máxima de 511 kW y suponiendo que el potencial de ahorro de energía de todos los locales es igual al de los cinco locales analizados (ahorros de 23.3% en consumo y de 24.6% en demanda máxima), tenemos que:

Reducción en Demanda Máxima [kW]	125
Reducción mensual en Consumo [KWH]	50,041

TABLA 4.29. AHORROS POR CAMBIOS EN LA ILUMINACION GENERAL Y DE LOCALES

CONCEPTO	ILUMINACION GENERAL	ILUMINACION EN LOCALES
DEMANDA MAXIMA MENSUAL ACTUAL [kW]	48.76	37.14
DEMANDA MAXIMA MENSUAL ESPERADA [kW]	34.90	27.92
VARIACION DE DEMANDA MAXIMA [kW]	13.86	9.22
CONSUMO MENSUAL ACTUAL [KW/H]	18,384.93	15,926.17
CONSUMO MENSUAL ESPERADO [KW/H]	13,266.47	12,212.81
DISMINUCION DE CONSUMO [KW/H]	5,118.46	3,713.36
AHORRO EN DEMANDA [NS]	335.97	0.00
AHORRO EN CONSUMO [NS]	729.07	1,485.34
AHORRO TOTAL MENSUAL [NS]	1,065.04	1,485.34
AHORRO TOTAL ANUAL [NS]	12,780.47	17,824.12
INVERSION NECESARIA [NS]	26,809.08	31,147.87
TIEMPO DE AMORTIZACION [Años]	2.10	1.75

TABLA 4.30. ANALISIS DE AMORTIZACION

REMODELACION DE ILUMINACION EN AREAS GENERALES

I	INVERSION (N\$)	26.809,08
A	AHORRO (N\$)	12.781,50
V	VIDA UTIL (AÑOS)	10,00
$D=I/V$	DEPRECIACION (N\$)	2.680,91
d	TASA DE DESCUENTO [%]	15,96%
F	FACTOR DE ACTUALIZACION	4,840
$VA=Fx A$	VALOR PRESENTE DEL AHORRO (N\$)	61.868,01
$X=(I/A) \times 12$	AMORTIZACION (MESES)	25,17
$TIR=(A-D)/I$	TASA DE RETORNO DE LA INVERSION [%]	37,68%
$RCB=VA/I$	RELACION BENEFICIO-COSTO	2,31

REMODELACION DE ILUMINACION EN LOCALES

I	INVERSION (N\$)	31.147,87
A	AHORRO (N\$)	17.824,61
V	VIDA UTIL (AÑOS)	10,00
$D=I/V$	DEPRECIACION (N\$)	3.114,79
d	TASA DE DESCUENTO [%]	15,96%
F	FACTOR DE ACTUALIZACION	4,840
$VA=Fx A$	VALOR PRESENTE DEL AHORRO (N\$)	86.278,85
$X=(I/A) \times 12$	AMORTIZACION (MESES)	20,97
$TIR=(A-D)/I$	TASA DE RETORNO DE LA INVERSION [%]	47,23%
$RCB=VA/I$	RELACION BENEFICIO-COSTO	2,77

Nota: El detalle de la inversión necesaria para la remodelación de iluminación tanto general como en los locales estudiados se encuentra en el Apéndice D.

5. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

5.1. GENERAL

Al inicio de este proyecto, los objetivos que se pretendían alcanzar eran:

1. Desarrollar una metodología o procedimiento para determinar el grado de eficiencia con que se utiliza la energía en un inmueble del sector comercial.
2. Aplicar dicha metodología en un caso práctico, detectando los puntos con oportunidad de ahorro de energía y proponiendo medidas para aumentar la eficiencia energética del inmueble.
3. Extrapolar los ahorros obtenidos en el caso práctico al sector comercial a nivel nacional para obtener una idea aproximada del potencial de ahorro con que cuenta dicho sector

Cabe hacer énfasis en la importancia que tuvo a lo largo del proyecto el desarrollar una metodología que permitiera plantear los mecanismos para localizar las zonas con potenciales ahorros de energía en un inmueble en base a las condiciones preestablecidas por la IESNA y por la ASHRAE (niveles de iluminación, temperatura y humedad). Para esto, fue necesario tener bien claros los parámetros a medir para obtener condiciones energéticas reales o muy aproximadas a la realidad. Durante las mediciones se obtuvieron algunos datos que, a pesar de que se tuvo mucho cuidado en la metodología, en el instrumental y en las condiciones existentes en el momento en que se tomaron, estuvieron fuera de los rangos esperados. En los casos en que fue posible, se regresó a repetir las mediciones, con mejores resultados. Cuando no fue posible regresar, se tomaron en cuenta solamente los datos representativos, descartando según criterios personales los datos que estaban obviamente fuera de la realidad.

Una vez efectuadas las mediciones y establecidas las zonas con oportunidad de ahorro en base a un análisis detallado se procedió a la selección de alternativas para mejorar la eficiencia energética del centro comercial estudiado. Dado que existe un número muy grande de medidas posibles, la selección de las alternativas presentadas en este proyecto fue realizada en base a la información de productos que encontramos disponibles en el mercado, tanto de iluminación como de sistemas de control, y en base a asesorías recibidas de personas con más experiencia en los que a medidas de ahorro de energía se refiere, ya que nuestra experiencia en el campo es relativamente poca. Por último, en base a un estudio económico se eligieron las medidas que tuvieran una mejor relación costo-beneficio y que cumplieran mejor con los objetivos planteados en lo que a ahorro de energía se refiere.

Con esto se cumplió con los dos primeros objetivos planteados, ya que la metodología propuesta para la realización de un diagnóstico energético de segundo grado se pudo aplicar a un caso práctico sin variaciones considerables y obteniendo resultados confiables.

5.2. RESUMEN DE AHORROS OBTENIDOS EN EL CENTRO COMERCIAL

En la sección 4.4. se analizaron por separado los ahorros que pueden obtenerse mediante medidas en el sistema de aire acondicionado con la implementación de un sistema de control, y mediante medidas de remodelación de iluminación. Como se observa en el análisis económico de esos sistemas, se obtienen tasas de retorno de la inversión y relaciones beneficio-costo atractivas, con tiempos de amortización que oscilan entre 21 y 32 meses. Esto muestra la rentabilidad de los proyectos de ahorro de energía de este tipo.

Cabe hacer notar que en lo que a medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado (medidas bioclimáticas) se refiere, aunque a primera vista parecen no ser económicamente atractivos al inversionista debido a las bajas tasas de retorno de la inversión, se obtienen importantes mejoras en los niveles de confort higrotérmico del centro comercial, que puede tener diversas implicaciones, que pueden ir desde un mayor flujo de clientela debido a una atmósfera más

agradable en el inmueble, hasta una mejora en la calidad de los productos obtenida por un mejor control en la humedad interior. Es por esto que se requiere de un estudio muy profundo antes de descartar por completo las medidas de apoyo al sistema de aire acondicionado, sin embargo, en el resumen de ahorros planteado aquí, no se considera la implementación de estas medidas.

Es importante mencionar que en nuevos proyectos de edificios debe considerarse desde un inicio el correcto acondicionamiento bioclimático del inmueble a la geografía del lugar, ya que con esto pueden obtenerse ahorros considerables de energía por aprovechamiento de luz solar en sustitución de iluminación artificial y por reducciones en el dimensionamiento de los sistemas de calefacción y refrigeración por una adaptación del edificio al clima local. Como se observó en esta tésis, el reacondicionamiento de edificios es poco atractivo y el costo es muy elevado.

**TABLA 5.1. AHORRO TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRO COMERCIAL**

CONCEPTO	
DEMANDA MAXIMA ACTUAL [kW]	1,041.00
DEMANDA MAXIMA ESPERADA [kW]	866.79
VARIACION DE DEMANDA MAXIMA	174.21
CONSUMO MENSUAL ACTUAL [KW/H]	451,911.45
CONSUMO MENSUAL ESPERADO [KW/H]	379,613.16
DISMINUCION DE CONSUMO [KW/H]	72,298.29

Por lo tanto, para un centro comercial de grandes dimensiones ubicado en una zona tropical podemos hablar de:

TABLA 5.2. PORCENTAJE DE AHORROS OBTENIDOS

Reducción en Demanda Máxima	16.73%
Reducción mensual en Consumo	16.00%

5.3. PROYECCION A NIVEL NACIONAL

El tercer objetivo de esta tesis era el obtener una aproximación del potencial nacional de ahorro en el sector comercial a partir de los resultados obtenidos de un caso particular. Es importante tomar en cuenta que para realizar este cálculo se considera que existe el mismo potencial de ahorro en este centro comercial que en todo el sector, sin considerar que existen diferencias tanto geográficas y climatológicas como arquitectónicas, de instalaciones electromecánicas y muchos otros factores que hacen que dicho potencial no sea constante. Sin embargo, esta aproximación nos da una idea aproximada de la magnitud de los ahorros de energía que pueden lograrse solamente en el sector comercial y de lo importante que resulta incrementar el apoyo de los programas de ahorro de energía en todo el país.

**TABLA 5.3. AHORRO NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA:
EXTRAPOLACION TEORICA**

CONCEPTO	
CONSUMO ANUAL ACTUAL [Petacalorías]	27.6
CONSUMO ANUAL ESPERADO [Petacalorías]	23.2
DISMINUCION DE CONSUMO [Petacalorías]	4.4
DISMINUCION DE CONSUMO (kWh)	5.18×10^6

Con estos resultados puede determinarse que el potencial de ahorro de energía en el sector comercial es muy amplio, y que, al ser un sector en pleno crecimiento, puede establecerse la importancia de la implementación de un programa nacional de ahorro de energía particular para este sector. Actualmente, ya existen organismos en México con programas atractivos de financiamiento para proyectos de ahorro de energía a nivel industrial y comercial, que ponen al alcance de los propietarios las grandes inversiones que se requieren para la puesta en marcha de proyectos de este tipo. Esto es un buen comienzo, pero falta mucho por hacer para alcanzar el máximo potencial de ahorro disponible en todas las zonas geográficas y en todos los sectores económicos del país.

6. BIBLIOGRAFIA

Autores Varios; Manual de aire acondicionado (Handbook of air conditioning system design); Carrier air conditioning company; Marcombo S. A.; 1978

Saver H. J. y Howel H. R.; Enviromental control principles and educational supplement; ASHRAE Handbook; 1971

Havrella R. A.; Fundamentos de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire; McGraw-Hill; 1983

Autores Varios; Manual del alumbrado Philips; Paraninfo; 1975

Autores Varios; Manual del alurbrado Westinghouse; Editorial Dosat; 1980

Blank L. T. y Tarquin J. A.; Ingeniería Económica; McGraw-Hill; 1992

García Escudero A.; El control Automático de la demanda eléctrica como medida de ahorro y uso eficiente de la energía para una planta productora de celulosa y papel; Tesis profesional; Universidad Lasalle; 1993

Buitrón Sanches H. et al; El ahorro de energía, la gran oportunidad para los distribuidores de material y equipo eléctrico; Publicación de FIDE y CONACOMEE

Balance Nacional de energía 1992; SEMIP; 1993

Estudio del mercado eléctrico 1986-2000; CFE; 1986

Programa nacional de modernización energética 1990-1994

Davis. G. R.; Energy for planet earth; Scientific America; Septiembre de 1990

Fickett A. P., Gellings C. W. y Lovings A. B.; Efficient use of electricity; Scientific America; Septiembre de 1990

Bevington. R. y Rosenfeld A. H.; Energy for buildings and homes; Scientific América; Septiembre de 1990

La medición en el diagnóstico energético; Folleto informativo; FIDE

Recomendaciones para el ahorro de energía eléctrica en edificios; Folleto informativo; FIDE

Bandal Pimentel A.; Experiencias de ahorro de energía eléctrica en los sectores de comercios y servicios; Energía Racional, FIDE; Abril 1994

Bandal Pimentel A.; Importancia de los sistemas de iluminación en comercios y servicios; Energía Racional, FIDE; Febrero de 1994

Figueroa Noriega L. R.; Tarifas eléctricas y administración de la demanda; Energía Racional, FIDE; 1991

Variación del consumo por usuario por sectores; Energía Racional, FIDE; Marzo 1993

APENDICE A

Formatos para levantamiento de iluminación

APENDICE A

I. FORMATOS PARA LEVANTAMIENTO DE ILUMINACION

LOCAL: _____

FECHA: _____

CARGO (Tipo de facturación): _____

Nº	CANTIDAD DE LUMINARIOS	TIPO DE FUENTE LUMINOSA	LAMPARAS POR LUMINARIOS	TIPO DE LAMPARA	TIPO DE LUMINARIO	WATTS POR LUMINARIO	KWATTS	KWH AÑO	IMPORTE NS
1									
2									
3									
4									
5									
6									
TOT.									

HORA DE ENCENDIDO: _____

HORA DE APAGADO: _____

DATOS DE LAMPARAS

TIPO DE LAMPARA	MARCA	FUENTE LUMINOSA	DESCRIPCION	CLASIFICACION	POTENCIA
1					
2					
3					
4					

DATOS DE LUMINARIOS

TIPO DE LUMINARIO	TIPO DE FUENTE LUMINOSA	TIPO DE MONTAJE			CATALOGO LUMINARIO	CROQUIS
		EMPOTRADO	RIEL	CANDEL		
A						
B						
C						
D						

APENDICE B

Aire Acondicionado

APENDICE B

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El término aire acondicionado, en el más amplio sentido de la palabra, implica el control de cualquiera o de todas las cualidades físicas y químicas del aire. La definición de aire acondicionado se refiere a la generación de las condiciones del aire relacionadas con el confort de los ocupantes de un espacio determinado. El objetivo del aire acondicionado es el de proveer un control de la mayoría de los factores ambientales para el servicio y aumentar el confort del hombre en cualquiera que sea la finalidad del edificio en que se encuentre.

Las dos principales funciones de los sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción son:

- La generación y mantenimiento de un cierto nivel de confort para los ocupantes de un cierto espacio.
- La generación de determinadas condiciones climáticas para un proceso o producto específico en un lugar determinado.

Las condiciones de confort son el resultado de un control simultáneo de la temperatura, la humedad, y la limpieza y distribución del aire. Estas cambiarán de un proceso a otro, de un producto a otro, y en el caso del hombre, dependerán del espacio a ocupar, de la época del año, de la actividad de los ocupantes, etc.

Para el apropiado diseño de un sistema de aire acondicionado es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. La situación, elevación y la orientación de la estructura para poder anticipar los efectos del clima sobre el edificio (acondicionamiento bioclimático)

- b. El tamaño del edificio (áreas de muros, techos, pisos, vidrios, etc.).
- c. La forma del edificio. Esto influenciará en la localización y tipo del equipo a usar, así como las trayectorias de los ductos.
- d. Las características de uso del espacio a ocupar (oficina, banco, escuela, bar, etc.).
- e. El tipo de material usado para la construcción del edificio.
- f. Tipos de puertas y ventanas que se usarán (filtración de aire).
- g. Cantidad de gente esperada y tiempo de ocupación.
- h. Tipo de iluminación que se necesitará. Tipos de luminarias y localización de ellas.
- i. Ubicación de servicios eléctricos, de gas y agua.
- j. Requerimientos de ventilación para el edificio
- k. Tipo de condiciones ambientales que se deben mantener (temperatura, humedad, etc.).
- l. Cargas por calefacción y aire acondicionado.
- m. Tipo de equipo de calefacción y aire acondicionado, así como su dimensionamiento para mantener las condiciones interiores de diseño en base a las condiciones externas.
- n. Las ventajas y/o desventajas de sobrestimar o subestimar el equipo usado (control, combustible, etc.). Economía.

Las condiciones y parámetros pueden ser tan variados como cada caso en particular lo permita. Aún así, los cálculos para cada clase de equipo se basan en conceptos y principios termodinámicos fundamentales que se cumplen en toda ocasión.

La estimación de la carga para seleccionar el equipo de acondicionamiento debe tomar en cuenta el calor procedente del exterior y el calor que se genera en el interior del local. La hora de la carga máxima puede establecerse por simple examen de las condiciones del local, pero en algunos casos deben hacerse estimaciones a diversas horas del día. Para el cálculo de la carga exterior se emplea el llamado "día proyecto", que es aquel en que las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo alcanzan su máximo simultáneamente, no existe niebla que reduzca la radiación solar y las cargas internas son normales.

Mediante tablas y siguiendo un procedimiento sistemático, se calculan todas las cargas térmicas tanto exteriores como interiores a las que estará sometido el edificio. Las cargas exteriores a tomar en cuenta son: Rayos del sol que entran por ventanas, rayos de sol que inciden sobre paredes y techos, temperatura del aire exterior, presión del vapor de agua, viento que sopla contra una pared del edificio y aire exterior necesario para la ventilación. Por otra parte, las cargas internas a considerar son: Personas, alumbrado, utensilios, máquinas electrónicas, motores eléctricos, tuberías y depósitos de agua caliente y diversas fuentes de calor.

Después de hacer la evaluación de la carga, debe elegirse el equipo cuya capacidad sea suficiente para neutralizarla. El aire impulsado hacia el espacio acondicionado debe tener las condiciones necesarias para satisfacer las cargas de calor sensible y latente que han sido estimadas y alcanzar las condiciones de confort.

Las condiciones de ambiente interior para un local de tipo comercial son las recomendadas en los casos generales de acondicionamiento de aire. Como la mayoría de las personas se encuentran plácidamente a los 24°C de temperatura con una humedad comprendida entre 45 y 50%, se gradúa el termostato regulador a esta temperatura y se mantienen estas condiciones cuando la carga es parcial. Cuando se alcanza la carga máxima (máxima temperatura seca y húmeda, 100% de sol, todo el personal ocupando el local y todas las luces encendidas, etc.), la temperatura en el espacio acondicionado llega al valor establecido en el proyecto, que normalmente será de 25°C.

En general, el sistema de aire acondicionado es uno de los sistemas que más energía consumen en los locales de tipo comercial, por lo que un diseño adecuado, y un dimensionamiento bien estudiado son importantes para disminuir la intensidad energética de un establecimiento.

APENDICE C

Iluminación

APENDICE C

SISTEMA DE ILUMINACION

TEORÍA

La luz es una forma de energía radiante que se evalúa en cuanto a su capacidad para producir la sensación de la visión.

La energía visible es una porción sumamente pequeña del espectro electromagnético, enorme gama de energía radiante que se desplaza a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas. Todas estas radiaciones son parecidas en su naturaleza y en la velocidad en que se transmiten (300.000 km/s), diferenciándose tan solo en su frecuencia y longitud de onda, así como en las formas en que se manifiestan.

El espectro actualmente conocido abarca desde los rayos cósmicos, de una longitud de onda de 1×10^{15} cm y una frecuencia de 3×10^{25} ciclos por segundo, hasta las ondas de corriente alterna de 60 ciclos, de una longitud de onda de 4989 km. El ojo humano responde solamente a la energía que está dentro del espectro visible, el cual comprende una estrecha banda de longitudes de onda, entre los 3800 y 7600 Angstroms. La energía correspondiente a esta región, evaluada de acuerdo con la curva espectral de eficacia luminosa o curva de sensibilidad del ojo, es la luz.

El color de la luz se determina por su longitud de onda. La temperatura del color, es un término que se usa para describir el color de una fuente luminosa comparándola con el de un cuerpo negro o radiante perfecto.

CONCEPTOS:

INTENSIDAD LUMINOSA (I):

- Densidad de luz dentro de un ángulo sólido extremadamente pequeño, en una dirección determinada.
- Unidad: Candela (cd). La intensidad luminosa de una fuente expresada en candelas es su "potencia en candelas" (cp).
- Definición: La candela es la cantidad física básica internacional en todas las medidas de luz. Su valor está determinado por la luz emitida por un patrón llamado cuerpo negro trabajando a una temperatura específica. Una vela de cera tiene en dirección horizontal una intensidad luminosa de una candela aproximadamente. La intensidad luminosa es una propiedad característica de una fuente de luz, y da la información relativa al flujo luminoso en su origen.
- Métodos de medida: Las medidas de intensidad luminosa son ante todo trabajos de laboratorio. Pueden conseguirse estimaciones aproximadas de la intensidad luminosa de una fuente o luminaria de la siguiente forma:

Se coloca un luxómetro a una distancia mínima de cinco veces la dimensión máxima de la luminaria y se orienta la célula del aparato directamente hacia la luminaria. Para obtener la intensidad luminosa aproximada basta con multiplicar la lectura efectuada en lux por el cuadrado de la distancia en metros.

Naturalmente, no debe existir otra luz en la habitación y además puede que sea preciso efectuar alguna corrección por la luz reflejada en las paredes y el techo.

- **Aplicación principal:** se emplea no sólo para indicar la intensidad de una fuente en una determinada dirección, sino que frecuentemente se toman medidas de la potencia en candelas desde distintos ángulos alrededor de la fuente o luminaria, y se representan gráficamente los resultados para obtener la curva de distribución luminosa. Esta curva muestra la intensidad luminosa en cualquier dirección, y a partir de ella pueden hacerse cálculos de iluminación.

FLUJO LUMINOSO ():

Luz emitida por unidad de tiempo. La luz es una forma de energía radiante en movimiento; ordinariamente, sin embargo, el elemento tiempo puede despreciarse, y el flujo luminoso se considera comúnmente como una magnitud definida.

- **Unidad:** Lumen (lm)
- **Definición:** Un lumen es el flujo de luz que incide sobre una superficie de un metro cuadrado, la totalidad de cuyos puntos diste 1 metro de una fuente puntual teórica que tenga una intensidad luminosa de una candela en todas direcciones. El mismo concepto puede expresarse diciendo que un lumen es el flujo luminoso emitido en un ángulo sólido unidad por una fuente puntual uniforme de una candela.

La diferencia entre el lumen y la candela reside en que el lumen es una medida del flujo luminoso, independientemente de la dirección.

- **Métodos de medida:** Las medidas de flujo de las fuentes luminosas se efectúan por procedimientos de laboratorio que requieren equipos especiales. No obstante, la cantidad de lúmenes que incide sobre una superficie puede evaluarse con la ayuda de un luxómetro normal. Para ello se obtendrán en primer lugar las lecturas de luz en varios puntos de la superficie, con objeto de hallar un valor promedio, y se multiplica

a continuación este valor medio obtenido por el área de la superficie en metros cuadrados.

- **Aplicación principal:** El lumen sirve para expresar cantidades de flujo luminoso: la emisión total de una fuente, la emisión en una zona angular determinada, la cantidad de luz reflejada, absorbida o reflejada por un objeto, la cantidad de luz incidente sobre una superficie, etc. El método de los lúmenes para calcular el nivel de iluminación se basa en el flujo luminoso emitido por las fuentes y en la distribución del mismo dentro de la zona considerada.

ILUMINACIÓN (E):

Densidad de flujo luminoso sobre una superficie.

- **Unidad:** Lux (lx).
- **Definición:** Un lux es la iluminación en un punto sobre una superficie que dista, en dirección perpendicular, un metro de una fuente puntual uniforme de una candela. Por lo tanto, un lumen uniformemente distribuido en un metro cuadrado de superficie produce una iluminación de un lux.
- **Método de medida:** Pueden utilizarse diferentes modelos de luxómetros portátiles adecuados.
- **Aplicación principal:** Las lecturas en lux sirven para indicar la iluminación en un punto determinado o la iluminación media sobre una superficie.

ILUMINACIÓN TÍPICA EN TIENDAS Y COMERCIOS:

El interior de una tienda o de un comercio necesita una instalación de alumbrado general para propósitos de orientación que normalmente se aumenta en algunos puntos de interés y escaparates para atraer a los clientes a zonas elegidas del establecimiento.

El valor de iluminancia requerida para una tienda determinada depende en gran parte del tipo de establecimiento (joyerías, tiendas de ropa, etc.), la región y el lugar en donde esté localizada. Estos son algunos valores recomendados por IESNA para tiendas y locales comerciales:

	Tiendas en grandes centros comerciales Iluminancia (lux)	Tiendas en otras zonas Iluminancia (lux)
Interior de la tienda:		
Alumbrado general	300-500	300-500
Alumbrado localizado	1500-3000	750-1500
Escaparates:		
Alumbrado general	1000-2000	500-1000
Alumbrado localizado	5000-10000	3000-5000

De acuerdo con el tipo de tienda de que se trate, tenemos por ejemplo que las ferreterías requieren una iluminación por lámpara fluorescente primordialmente difusa, mientras que zapaterías y tiendas de ropa, etc., requieren una combinación de alumbrado fluorescente y focos direccionales. Para las joyerías y similares, donde el objetivo radica en destacar el centelleo natural de los cuerpos expuestos, se usa con gran efecto la luz de las lámparas incandescentes o de halógeno.

En tiendas de departamentos y en centros comerciales el alumbrado general proviene de un conjunto de luminarias fluorescentes bastante grandes y dispuestas regularmente, con un buen índice de rendimiento en color. En edificios modernos con techo falso se emplean por lo general luminarias modulares empotradas con tubos fluorescentes. Para resaltar sitios especiales se emplean lámparas incandescentes distribuidos aleatoriamente. Las áreas de exposición para artículos lujosos se iluminan a menudo sólo con lámparas incandescentes que están empotradas frecuentemente en el falso techo.

En cuanto a tiendas pequeñas, el alumbrado se consigue mediante lámparas incandescentes o fluorescentes montadas en posiciones fijadas en áreas de exposición y mostradores; los artículos que se exhiben se destacan mediante un alumbrado direccional flexible.

Finalmente, los supermercados y autoservicios tienen una disposición regular y fija de luminarias donde los niveles de iluminancia son elevados y uniformes.

ILUMINACIÓN TÍPICA EN RESTAURANTES:

El nivel general de iluminancia en un restaurante debe ser alto durante el día, pudiendo ser más bajo durante la noche. Lo más típico en restaurantes es el empleo de lámparas fluorescentes colocadas en el perímetro del comedor con un alumbrado localizado sobre las mesas.

EFICIENCIA:

La primera finalidad de una fuente de luz consiste en producirla, y la eficacia con que una lámpara realiza este cometido se expresa en lúmenes emitidos por watts consumidos, relación llamada eficacia luminosa. Si pudiera conseguirse una fuente luminosa que irradiase toda la energía recibida en forma de luz monocromática amarilla verdosa en la región de sensibilidad máxima del ojo, 5550 Angstroms, produciría aproximadamente 680 lúmenes por

cada watt de potencia consumida. Una fuente teórica de luz blanca de eficacia máxima, emitiendo sólo energía visible sin ningún rayo infrarrojo ni ultravioleta, produciría unos 200 lúmenes por watt. Puesto que en la práctica todas las fuentes de luz producen considerables cantidades de infrarrojos y que inevitablemente se pierde energía por conducción y convección, ninguna lámpara conocida se aproxima a la eficacia máxima teórica.

La lámpara de filamento incandescente tiene ciertas características inherentes que limitan su eficacia como fuente de luz y los valores máximos de eficacia han sido ya casi alcanzados.

La lámpara de descarga eléctrica produce luz por un proceso enteramente diferente y, es capaz de lograr una eficiencia mucho mayor. Las lámparas claras de mercurio tienen una eficacia de hasta 57 lúmenes por watt, y las de mercurio fluorescente hasta 62.

Ciertos tipos actuales de lámparas fluorescentes sobrepasan los 70 lúmenes por watt, y algunas llegan por encima de los 80.

Para ahorrar energía existen cinco acciones principales: la selección, la técnica de instalación, la operación y control y el mantenimiento, además de la administración de la demanda que no es exclusiva del sistema de iluminación.

A continuación se mencionan las alternativas más viables en cuanto a selección de equipo ahorrador de energía y las características más relevantes para cada una de estas:

1. **Lámparas incandescentes elipsoidales.**
 - Descripción general. Están diseñadas de modo que su punto focal coincida con el ángulo de apertura del luminario, reduciendo las pérdidas típicas por absorción de luz.

- Características físicas. Tienen una eficacia nominal similar a las del tipo A ó R (lámparas incandescentes comunes o focos), pero la eficacia del sistema se incrementa ya que aumenta la salida neta de luz del luminario.
- Ahorro de energía típico. Se recomienda que las lámparas de este tipo sean de la mitad de la potencia de las lámparas A ó R comunes, aunque en algunos casos la reducción puede hacerse hasta de una tercera parte.
- Aplicación. Se usan típicamente en restaurantes, corredores y en general en todos los lugares en donde se tengan instaladas lámparas convencionales.

2. Lámparas incandescentes con recubrimiento mejorado.

- Descripción general. Es una lámpara incandescente de tamaño y forma similar a la convencional con recubrimiento mejorado que permite aumentar la eficacia.
- Características físicas. La superficie interior del bulbo está recubierta con un material que bloquea el paso de la radiación infrarroja, evitando pérdida excesiva de energía por radiación de calor al medio.
- Ahorro de energía típico. Tiene una eficacia de hasta 29 l/w, contra una eficacia de 15 a 17 l/w de lámparas normales equivalentes.
- Aplicación. Reemplaza a lámparas incandescentes elipsoidales de emisión luminica igual o menor a 1500 lúmenes.

3. Lámparas fluorescentes compactas.

- Descripción general. Las más comunes son las PL de dos y cuatro tubos, las SL y las circulares.
- Características físicas. Las circulares generalmente tienen balastro electromagnético independiente, mientras que las SL tienen balastro electrónico integrado. Las PL normalmente tienen el arrancador integrado en la misma lámpara y son de balastro intercambiable.
- Ahorro de energía típico. Incluyendo el balastro, las circulares tienen eficacias entre 35 y 40 l/w, las PL y SL fluctúan entre 40 y 65 l/w.

- **Aplicación.** Pueden reemplazar a casi todos los tipos de lámparas fluorescentes del tipo A19, y van desde 5 hasta 40 watts, siendo 9 y 13 watts las potencias más comunes.

4. Lámparas fluorescentes ahorradoras.

- **Descripción general.** Fueron desarrolladas para sustituir a las fluorescentes normales, operando con 10-20 % de consumo a cambio de 5-10 % de reducción de luz.
- **Características físicas.** Están rellenas de mejores gases y tienen recubrimientos fosfóricos especiales. Requieren menor voltaje que las lámparas fluorescentes normales para encender.
- **Ahorro de energía típico.** Depende de los colores y potencia, pero el aumento de eficacia es de 7 % en promedio. La lámpara más eficaz alcanza los 100 l/w.
- **Aplicación.** Pueden usarse en prácticamente todos los casos en que se encuentren instaladas lámparas convencionales, ya que se fabrican de las mismas dimensiones y formas.

5. Lámparas de H.I.D.

- **Descripción general.** Son lámparas de descarga en gas que normalmente se utilizan en exteriores, sin embargo, gracias a sus nuevas características como baja potencia y alto índice de rendimiento de color, están penetrando en campos como comercios y edificios.
- **Características físicas.** Son lámparas con un tubo de acero en el que se lleva a cabo la descarga de alta intensidad. Pueden ser de vapor de mercurio, vapor de aditivos metálicos o vapor de sodio.
- **Ahorro de energía típico.** Los ahorros pueden ser muy atractivos debido a que estas lámparas tienen eficacias entre 60 y 140 l/w dependiendo del tipo de lámpara y la potencia.
- **Aplicaciones.** Pueden usarse en interiores en comercios, edificios de oficinas, escuelas, hoteles, industrias, etc., en obras nuevas y en remodelaciones de acuerdo a las necesidades.

APENDICE D

Volumen de obra de los sistemas propuestos de control del aire acondicionado y de iluminación de locales y de áreas generales.

APENDICE D

VOLUMEN DE OBRA

SISTEMA DE CONTROL DE AIRE ACONDICIONADO

EQUIPO DE CONTROL E INSTRUMENTACION

CANT.	DESCRIPCION
1	Computadora y Software 486/55
1	Impresora de reportes
1	Estación Remota de Control (ERC)
1	Accesorios ERC
10	Controlador de Aplicación Especifica (CAE)
10	Accesorios CAE
20	Sensores de temperatura (Termistores).
20	Sensores de humedad
1	Material para instalación

OTROS GASTOS CONTROL AIRE ACONDICIONADO

CANT.	DESCRIPCION
1	Dirección de proyecto
1	Programación e Ingeniería
1	Instalación
1	Pruebas finales

TOTAL SISTEMA DE CONTROL NS 104,329.46

VOLUMEN DE OBRA**ILUMINACION AREAS GENERALES**

CANT.	DESCRIPCION
75	Lámpara Incandescente-Halógeno, PAR-30, 50 Watts Flood
15	Lámpara Tungsteno-Halógeno, PAR-30, 75 Watts, 30°
10	Lámpara Tungsteno-Halógeno 200T3QCL, 200 Watts
30	Lámpara Tungsteno-Halógeno 39 Watts
15	Lámpara Tungsteno-Halógeno PAR-16, 60 Watts, 28°
1	Lámpara Tungsteno-Halógeno PAR-38, 60 Watts
1920	Lámpara Incandescente S-11, 10 Watts, clara
20	Lámpara Compacto-Fluorescente, PL-S, 13 Watts
45	Lámpara fluorescente encendido rápido, tipo U, 31 Watts
30	Lámpara fluorescente encendido instantáneo, 60 Watts
24	Lámpara fluorescente encendido instantáneo, 30 Watts
CANT.	DESCRIPCION
30	Balastro para una lámpara compacto fluorescente PLS-13 13 Watts.
30	Balastro para dos lámparas fluorescentes, encendido rápido, 31 Watts, 127 V, alto factor de potencia.
18	Balastro para dos lámparas fluorescentes, encendido instantáneo, 60 watts, alto factor de potencia.
10	Balastro para dos lámparas fluorescentes, encendido instantáneo, 30 watts, alto factor de potencia.

OTROS GASTOS ILUMINACION AREAS GENERALES

CANT.	DESCRIPCION
1	Dirección del proyecto
1	Diseño e ingeniería
1	Instalación
1	Pruebas finales

TOTAL ILUMINACION AREAS GENERALES	NS26.809,08
--	--------------------

VOLUMEN DE OBRA

ILUMINACION LOCALES

CANT.	DESCRIPCION
214	Lámpara Incandescente-Halógeno 39 Watts.
22	Lámpara Incandescente-Halógeno, PAR-30, 75 Watts, 30°
131	Lámpara compacto fluorescente G-40, 15 Watts, Dulux
62	Lámpara Tungsteno-Halógeno, PAR-38, 60 Watts, PAR38 42°
6	Lámpara Tungsteno-Halógeno PAR-36, 50 Watts.
14	Lámpara Fluorescente encendido instantáneo , 60 Watts.
CANT.	DESCRIPCION
14	Balastro para lámpara fluorescentes, encendido instantáneo T-12 60 alto factor de potencia.

OTROS GASTOS ILUMINACION LOCALES

CANT.	DESCRIPCION
1	Dirección del proyecto
1	Diseño e ingeniería
1	Instalación
1	Pruebas finales

TOTAL ILUMINACION LOCALES