



94  
71

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN - UNAM**

**RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO Y USO  
EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN  
EDIFICIOS INTELIGENTES**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A**

**JOSE ALBERTO LEDESMA MIRALRIO**

**ASESORES: ING. MA. DE LA LUZ GONZALEZ**

**M.D.B. ING. DAVID MORILLON**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**1997**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

ATN: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

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

"El problema de la contaminación ambiental en la zona de Cuautitlán  
del Estado de México"

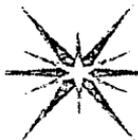
que presenta 01 pasante: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
con número de cuenta: 20287-2 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Ambiental

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 17 de Junio de 1997

PRESIDENTE Ing. Francisco Rodríguez Ceballos  
VOCAL Ing. Emilio Rodríguez Ceballos  
SECRETARIO Ing. Jaime Rodríguez Ceballos  
PRIMER SUPLENTE Ing. Jaime Rodríguez Ceballos  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Martha Mercedes Torres

*[Handwritten signatures and initials over the printed names of the examiners]*



# RECONOCIMIENTOS

---

- A mis padres por apoyarme en la finalización de mi carrera
- 
- Ami asesor de Tesis M.D.B. Ing. David Morillón Gálvez, por su incondicional ayuda y apoyo que me brindó en todo momento.
- 
- A mi asesor Ing. Ma. de la Luz González Quijano, por su valiosa opinión, consejos y atención para sacar adelante la Tesis.
- 
- Al Ing. Alex G. Ramírez por sus apreciables comentarios y aportación documental, base de éste trabajo.
- 
- A Honeywell por su magnífica atención e información tecnológica de punta, proporcionada desinteresadamente.
- 
- A mi amigo Alfredo Mondragón, que siempre estuvo apoyando la realización de mi Tesis.
- 
- Y a todos los que de una u otra forma contribuyeron a finalizar ésta obra.



# AGRADECIMIENTOS

---

- Gracias a la UNAM por darme la oportunidad de ver mi sueño hecho realidad formandome como profesionista en una de las mejores escuelas donde aprendí que el fortalecimiento de mis valores como ser humano no abandonarán nunca mi conciencia de hombre de bien.
- Gracias por todas las vivencias que dieron forma a mi manera de pensar, a mejorarme sólo con esfuerzo, a la perseverancia de terminar lo comenzado, a motivar mi superación, a levantar la cara a pesar de tantas falsedades y derrotas, a perdonar y olvidar.
- Gracias al equipo "Halcones" de Foot ball americano, amigos y compañeros de carrera quienes dieron a mi fê aliento, a mi esperanza apoyo, a mi tristeza alegría, a mi carácter comprensión, a mi soledad compañía y a mi espíritu el consuelo de volver a verlos en mis mejores recuerdos.
- Gracias por tantas y tantas cosas que me diste y que jamás olvidaré. Gracias a tí.....
- FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA  
ENERGIA ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES**

INTRODUCCION	5
<b>1 ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
1.1 EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA	7
1.2 ¿QUE ES UN EDIFICIO INTELIGENTE ?	8
1.3 FLEXIBILIDAD DEL EDIFICIO	9
1.3.1 ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	9
1.4 DISEÑO DEL EDIFICIO	10
1.4.1 SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO	12
1.4.2 SERVICIOS	13
1.4.3 ACABADOS	13
1.4.4 MOBILIARIO	13
1.5 INTEGRACION DE SERVICIOS	13
<b>2 NECESIDADES Y VENTAJAS DEL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA</b>	<b>15</b>
2.1 RAZONES PARA AHORRAR ENERGIA	15
2.2 BENEFICIOS DEL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA	17
2.3 VENTAJAS COMPARATIVAS DEL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	19
2.4 ¿AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA ! UNA CULTURA QUE DEBE PROMOVERSE	21
2.4.1 PROPUESTA	22
<b>3 AREAS DE OPORTUNIDAD DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES</b>	<b>24</b>
3.1 AREA DE AUTOMATIZACION DE UN EDIFICIO	24
3.1.1 SISTEMA BASICO DE CONTROL	24
3.1.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD	25
3.1.3 SISTEMA DE AHORRO DE ENERGIA	26
3.2 AREA DE AUTOMATIZACION DE LA ACTIVIDAD	27
3.3 AREA DE TELECOMUNICACIONES	27
3.4 AREA DE PLANIFICACION AMBIENTAL	28
3.5 RELACION DE AREAS Y SISTEMAS PARA UN EDIFICIO INTELIGENTE	28

**RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA  
ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES**

<b>4 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y/O READECUACION EN INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>31</b>
<b>4.1 DISTRIBUCION</b>	<b>32</b>
4.1.1 ACOMETIDA	32
4.1.2 DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	33
4.1.3 USO E IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA	33
4.1.5 TRANSFORMADORES	34
4.1.6 SUBESTACIONES	35
4.1.7 CENTROS DE CARGA (TABLEROS)	35
<b>4.2 UTILIZACION</b>	<b>37</b>
4.2.1 CALCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS	37
4.2.1.1 PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ACUERDO AL AMPERAJE	38
4.2.1.2 REGLAS GENERALES PARA EL CALCULO DE LA CARGA EN CIRCUITOS DERIVADOS	38
4.2.1.4 CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION (%)	39
4.2.2 SISTEMAS DE PROTECCION	40
4.2.2.1 REQUERIMIENTOS PARA UNA BUENA SELECCION	41
<b>4.3 SISTEMAS DE ILUMINACION ARTIFICIAL Y NATURAL</b>	<b>41</b>
4.3.1 ILUMINACION ELECTRICA	41
4.3.2 ILUMINACION NATURAL "BIOTECNOLOGIA LUMINOTECNICA"	43
4.3.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION	45
4.3.2.3 CALCULO DE LA LUZ NATURAL	45
<b>4.4 EQUIPOS DE FUERZA</b>	<b>46</b>
4.4.1 MOTORES ELECTRICOS EFICIENTES	46
4.4.2 MOTORES ELECTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA	48
4.4.2.1 RECOMENDACIONES	48
4.4.3 POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGIA POR EL USO DE EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA	49
4.4.4 BARRERAS QUE IMPIDEN EL USO GENERALIZADO DE EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA	49
4.4.4.1 COSTO INICIAL	49
4.4.5 ANALISIS DE LA AFECTACION DE LA CARGA EN LA EFICIENCIA DE LOS MOTORES PARA UNA MEJOR DETERMINACION	50
4.4.5.1 DIMENSIONAR EL MOTOR A LA CARGA MAXIMA	50
4.4.5.2 TOMAR EN CUENTA EL FACTOR DE SERVICIO	51
4.4.5.3 DETERMINAR CON EXACTITUD EL TIEMPO DE OPERACION	52
4.4.5.4 CONSIDERAR SIEMPRE EL FACTOR DE POTENCIA	52
4.4.6 COMBINAR TODOS LOS FACTORES CLAVE PARA GARANTIZAR EL EXITO DE LA INVERSION	52
<b>4.5 SISTEMA DE ALIMENTACION EMERGENTE (TRANSFERENCIA DE ENERGIA)</b>	<b>52</b>
4.5.1 GENERALIDADES SOBRE PLANTAS DE EMERGENCIA	53
4.5.1.1 PROFUNDIMIENTO	54
4.5.2 SISTEMAS DE ENERGIA INTERRUMPIBLES (UPS)	54
4.5.2.1 ESPECIFICACIONES DE UPS	55
<b>4.6 BANCO DE CAPACITORES AUTOMATICOS</b>	<b>57</b>
4.6.1 RECOMENDACIONES	57

<b>4.7 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA BAJO UN CRITERIO LUMINOTÉCNICO AVANZADO</b>	<b>58</b>
<b>4.8 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>	<b>62</b>
4.8.1 CONTROLADORES Y MONITOREO DE LA ENERGIA ELECTRICA	63
4.8.1.1 CLASIFICACION DE CARGAS	63
4.8.2 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO A INSTALAR	64
4.8.3 DIRECCIONAMIENTO Y PROGRAMACION	66
4.8.3.1 PROGRAMACION PARA UN CONTROL INDIVIDUAL	66
4.8.3.2 PROGRAMACION PARA UN CONTROL DE GRUPO	67
4.8.3.3 PROGRAMACION PARA UN CONTROL DE PATRON	67
4.8.3.4 PROGRAMACION PARA UN CONTROL DE ATENUACION	67
4.8.4 COSTOS DE RECUPERACION	69
<b>5 RECOMENDACIONES PARA LA ADMINISTRACION DE LA ENERGIA</b>	<b>71</b>
<b>5.1 DIAGNOSTICO ENERGETICO</b>	<b>74</b>
<b>5.2 NIVELES O GRADOS DE LOS DIAGNOSTICOS</b>	<b>75</b>
5.2.1 DIAGNOSTICOS DE PRIMER GRADO	75
5.2.2 DIAGNOSTICOS DE SEGUNDO GRADO	75
5.2.3 DIAGNOSTICOS DE TERCER GRADO	76
<b>5.3 METODOLOGIA PARA LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS</b>	<b>78</b>
5.3.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES	79
5.3.2 OBTENCION DE INFORMACION	79
5.3.3 INSPECCION	80
5.3.3 MEDICION	82
5.3.4 ANALISIS Y ESTUDIO DE LA INFORMACION	84
5.3.5 DETECCION DE LOS POTENCIALES DE AHORRO	85
5.3.6 ANALISIS DE VIABILIDAD	85
5.3.7 ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS ESPERADOS	85
5.3.8 ESTIMACION DE COSTOS DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS	86
5.3.9 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION	86
5.3.9.1 ELABORACION DE REPORTES	87
<b>5.4 ADMINISTRACION DE LA ENERGIA</b>	<b>88</b>
<b>5.5 ADMINISTRACION DE LA DEMANDA</b>	<b>89</b>
<b>6 CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</b>	<b>93</b>

**RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE  
LA ENERGIA ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES**

**INTRODUCCION**

Debido a la problemática que afronta el planeta en cuanto a contaminación ambiental, por el uso irracional de los recursos naturales no renovables como lo son el carbón, el gas y principalmente el petróleo, se estima que para mediados del siguiente siglo los energéticos se agotarán en más del 40%. De aquí la necesidad de crear programas y proyectos para ahorrar energía y preservar dichos recursos.

En el presente trabajo se trata el Ahorro de Energía en edificios, partiendo del Diseño de Instalaciones Eléctricas; Puesto que la mayor parte del inadecuado uso de la energía eléctricas es en ello, por su funcionamiento.

Se tomó como tema de tesis a los edificios inteligentes debido a que en su diseño se contemplan equipos de avanzada tecnología como sensores de presencia, balastos ahorradores, aire acondicionado bajo control automático, lámparas ahorradoras, acceso de entradas y salidas controladas por monitoreo, etc., además de su característica principal de Intercomunicación y construcción flexible del mismo, pero aún así no son edificios ahorradores.

Si embargo, a pesar de ser Edificios que implícitamente presentan Equipos para el ahorro de energía eléctrica no se garantiza el uso eficiente de la misma, sino se programan y activan los sistemas de control de demanda y una distribución adecuada de la carga en su instalación pues un desbalance de la misma representa pérdidas de energía y dinero.

La aportación de este trabajo es la propuesta de una metodología que garantice el diseño y readecuación para lograr el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, en instalaciones, recomendándose estrategias de diseño tanto administrativas como de mantenimiento con beneficios generales que pondrán a la vanguardia a los llamados "Edificios Inteligentes".



# CAPITULO 1

---

---

- ▶ 1 ANTECEDENTES
  - ▶ 1.1 EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA
  - ▶ 1.2 ¿QUE ES UN EDIFICIO INTELIGENTE ?
  - ▶ 1.3 FLEXIBILIDAD DEL EDIFICIO
  - ▶ 1.4 DISEÑO DEL EDIFICIO
  - ▶ 1.5 INTEGRACION DE SERVICIOS

## 1 ANTECEDENTES

### 1.1 EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA

La energía disponible en una región o país, debe ser propiedad del mismo y por lo tanto debe administrarse para el beneficio nacional de todos y cada uno de sus habitantes, no importando el precio, que de acuerdo a una tarifa alguien pague por la misma, no se tiene derecho moral a detrocharla aunque lo pudiera tener en sentido legal.

Dada la situación de demanda energética nacional y mundial, debido al agotamiento de recursos y crecimiento de la población, se crea la necesidad de desarrollar planes efectivos, para el ahorro y uso eficiente de la energía, a todos los niveles y sectores, mediante estrategias vanguardistas que implican el uso de equipo con que cuentan los edificios inteligentes.

La implantación de programas adecuados de ahorro de energía eléctrica incide evidentemente en la productividad y conlleva a una participación más activa de nuestra industria en el mercado internacional.

Para el desarrollo e implantación de los programas de ahorro de energía, en el año de 1989 se creó la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), y de igual forma la CFE años antes implementó el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE).

Posteriormente con el fin de apoyar con acciones concretas diversos programas de ahorro de energía, se constituye un Fideicomiso de apoyo para el PAESE llamado FIDE ( Fideicomiso de apoyo al programa de ahorro de energía del sector eléctrico) donde participa el sector eléctrico y cuyo objetivo fundamental es promover el ahorro y uso racional de la energía eléctrica, así como surgen asociaciones que persiguen el mismo fin, como ATPAE (Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética).

Así el diseño de edificios inteligentes y la tendencia esta orientada hacia la creación de ambientes con elevado confort para estimular la actividad intelectual, sin olvidar que el diseño arquitectónico exterior es fundamental para proyectar la imagen de la entidad que ha promovido el desarrollo de este edificio y hacer congruente el diseño interior con el exterior.

Potencialmente uno de los principales impactos dentro de la sociedad al crear ambientes inteligentes usando equipo de vanguardia como herramienta para lograr el ahorro de energía en cualquier área será la implementación indirecta de una cultura que conlleva a la concientización de la población o sujeto en potencia, para racionalizar de una forma más eficiente toda clase de recursos que transformados le han servido de gran utilidad para vivir mejor (agua, luz, gas, aire acondicionado, etc.)

Como preámbulo acerca de los llamados edificios inteligentes, T. Cross apunta que este tipo de edificios tienen 2 vertientes:

- **Óptimo perfil ( High touch ).** El diseño a través del cual se consigue proporcionar un ambiente de trabajo confortable en un entorno donde la tecnología es un factor fundamental.
- **Alta Tecnología ( High tech ).** Son los elementos tecnológicos que soportan la administración central

Y dentro de los aspectos que deben tomarse en cuenta para la proyección de un Edificio Inteligente, encontramos los siguientes elementos.

- Estructura del Edificio
- Ahorro de energía
- Control centralizado

Como se puede observar el Confort y la Tecnología son elementos que no pueden dejar de tomarse en cuenta o sacrificar uno por otro.

Es así entonces como damos entrada a los llamados "edificios inteligentes"

## **1.2 ¿QUE ES UN EDIFICIO INTELIGENTE ?**

Un edificio inteligente es aquel que es flexible en su diseño y construcción, armonizando espacio y funcionalidad en su estructura interna, provisto de elementos reubicables como muros falsos y un control automático tanto de equipo de iluminación como de fuerza (aire acondicionado y motores en general), además de equipo de cómputo que facilita la comunicación interna y externa del edificio en caso de situaciones de emergencia o laborables.

Por lo cual un Edificio Inteligente deberá proveer al usuario de un confort máximo que otorgue funcionalidad y seguridad tanto al usuario como al inmueble, el cual deberá tomar decisiones propias por medios de interconectividad monitoreable, capaz de comunicarse con el exterior para llamadas de emergencia

Los aspectos fundamentales de un " Edificio Inteligente " son :

Flexibilidad del edificio

- Diseño del edificio
- Integración de servicios
- Administración y mantenimiento del edificio

### **1.3 FLEXIBILIDAD DEL EDIFICIO**

La flexibilidad en un edificio se caracteriza básicamente por dos atributos principales:

- 1) Capacidad para poder incorporar nuevos o futuros servicios
- 2) Capacidad para poder modificar la distribución física tanto de departamentos como personas de una determinada organización, sin perder el nivel de servicios disponibles. En otras palabras, la posibilidad de permitir, de forma no excesivamente complicada, reubicaciones de personal o reestructuraciones internas de una entidad.

Como clara consecuencia, el dotar de flexibilidad a un edificio supone un cuidadoso y en cierta forma, sobredimensionado diseño inicial del mismo (piso, suelos, patio de servicio etc.) los errores en esta fase pueden afectar la vida útil del edificio, además de acarrear costos posteriores. Otra característica importante para facilitar la flexibilidad de un edificio, es la modularidad en el diseño del mismo.

La utilización de un patrón en el diseño arquitectónico y en las diversas instalaciones simplifica, de forma extraordinaria, cualquier modificación a realizar en la distribución física de los usuarios y/o ampliaciones posteriores del edificio

La flexibilidad debe de estar presente en el diseño de todos los sistemas, de forma que ninguno de ellos sea un problema si en el futuro se desea alterar la configuración espacial o el uso de una parte del edificio.

Uno de los sistemas más problemáticos es el cableado. Una distribución horizontal de las distintas redes (precableado de LAN, teléfono, energía eléctrica, TV, etc.) es necesaria para garantizar ésta flexibilidad.

#### **1.3.1 ESTRUCTURA DEL EDIFICIO**

Esta debe ser de vital importancia ya que dependiendo del tipo de estructura se determinara si esta es amigable a los sistemas que la van a dotar de inteligencia la cual debera conseguirse a partir de la instalación de redes (cableado y equipo)

Si comparamos a un Edificio Inteligente, con uno de los sistemas vivos más perfectos "el cuerpo humano", podemos decir que todo el cableado es el sistema nervioso del edificio y la columna vertebral correspondería al haz de cables que recorre verticalmente al edificio, atravesando las lozas de todos los niveles o pisos, para posteriormente derivar a las redes horizontales que llevarán su interconectividad a las distintas computadoras personales, terminales, impresoras, teléfonos, faxes y otros.

La tecnología de redes, llamadas locales o de área ampliada (LAN y WAN) está constantemente evolucionando y presenta distintas soluciones; es altamente recomendable que esta tecnología sea definida antes de hacer modificaciones a una estructura o iniciar una nueva obra.

Debe recordarse que la informática y la energía eléctrica, son uno de los factores de mayor justificación en los edificios inteligentes, respondiendo a nuevos conceptos en espacio de trabajo para eficientizarlo y humanizarlo, mejorando las necesidades del usuario.

Por otro lado, la originalidad, creatividad e inteligencia aplicada a la solución de los problemas que el edificio pueda otorgar, deberá contemplar necesidades futuras a 10 o más años desde el momento de su construcción.

#### **1.4 DISEÑO DEL EDIFICIO**

A continuación se hace mención a la parte estructuralmente hablando de soporte, donde las condiciones deben de ser lo más pegado a lo que aquí se recomienda para conseguir un ambiente de confort que facilite la organización de un edificio inteligente.

- Forma de las plantas

Un edificio inteligente debe de estar formado por una o varias plantas (pisos) rectangulares, aisladas o integrado a otro u otros módulos de la misma forma.

- Profundidad de la planta

Se debe determinar la calidad y tipos de espacios disponibles en cada piso, la posibilidad de usar ventilación e iluminación naturales.

- Altura de piso a piso

Este es determinante para la instalación estratégica para los servicios de distribución horizontal de cableado, iluminación natural y confort visual (3.8 a 4.5 m. de piso a techo bajo de trabes)

- **Tamaño y configuración de la planta**

Su tamaño debe de ser el óptimo de acuerdo a las necesidades de su actividad, para evitar largas rutas de comunicación entre departamentos y el área interna neta y total utilizable que dentro del inmueble deberá mantenerse en una relación de entre el 84 y 87% para edificios de más de 5 pisos y más del 90 %, para edificios de menos de 5 pisos.

- **Piso elevado**

El uso de piso elevado deberá ser el adecuado para eficientizar la distribución horizontal de cables, tomando en cuenta los siguientes factores para su interrelación con la estructura del edificio, de la cual deben formar parte integral.

- **Carga sobre el piso**

Tomando en cuenta que un edificio inteligente, debe de tener, un número mínimo de muros fijos, junto con cancelería ligera, modular y desmontable, se debe de estimar la cantidad de equipo y almacenamiento que pueda ocupar una determinada área de trabajo y la estabilidad general que la estructura proporcione en ese punto.

- **Preparación de área para comunicaciones**

Simplemente no existe un Edificio Inteligente si éste no esta equipado con una eficiente red de comunicaciones local (LAN) y/o ampliada (WAN) a la cual se conectan todos los equipos relacionados con la informática en su más amplia concepcion.

La estructura de un edificio debe de estar preparada para permitir el paso vertical del cableado de comunicaciones y el cableado de fuerza por separado.

Por cada 500 m<sup>2</sup> debe contarse con un cuarto, para equipo de comunicaciones de 2 X 1 m y espacio adecuado en la azotea o similar para los platos de comunicación satelital y/o microondas.

- **Fachadas y exteriores del edificio**

Deberan concebirse como una parte integral de los servicios internos la iluminación y ventilación natural.

- **Seguridad**

Uno de los principales puntos de un Edificio Inteligente es la seguridad que este puede proporcionar a los usuarios ya que debera cumplir con las regulaciones antisísmicas, de fuego y control de fallas electricas, accesos y salidas.

#### **1.4.1 SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO**

Con el objeto de lograr la automatización del edificio, se requiere contar con algún sistema inteligente que proporcione información para la correcta operación de subsistemas y la administración del edificio, tales como los sistemas de:

- Aire acondicionado "HVAC" ( Heat Ventilation Air Conditioner )
- Iluminación
- Transportación (elevadores, escaleras eléctricas, bandas automáticas, etc.)
- Control de accesos
- Detección, administración y extinción de humos y/o fuegos
- Otros controles

Pasan a ser subsistemas, bajo el sistema de control centralizado según sea definido para una o varias de las siguientes áreas:

- Administración de mantenimiento
- Administración de la propiedad
- Administración de arrendamiento de espacios
- Administración de tecnología (información y comunicaciones)
- Administración de consumo de energía
- Administración de incendio y lo relacionado.

Como recomendación, todo aquel edificio de más de 3000 m<sup>2</sup> de área construida, ya requiere de cierto grado de automatización y deberá ponerse especial cuidado en la selección de los distintos sistemas a instalarse, para que estos puedan interconectarse y lograr la operatividad que se espera.

Se recomienda un análisis detallado de la interconectividad y operatividad, si no se logra esto, el grado de automatización podría verse limitado.

#### **1.4.2 SERVICIOS**

Aquí se incluyen todos aquellos sistemas que van dentro de la estructura y que generalmente son elementos tecnológicos, cuyo ciclo de vida es entre 15 y 20 años, como son: sistemas eléctricos, aire acondicionado, calefacción, hidráulica y sanitaria, elevadores y escaleras eléctricas, telecomunicaciones e informática, control y seguridad, etc. \*

#### **1.4.3 ACABADOS**

El tiempo de vida de ésta es entre 10 y 15 años. Comprende aquellos elementos de carácter superficial, acabados de pisos, muros, techos, divisiones, etc.

#### **1.4.4 MOBILIARIO**

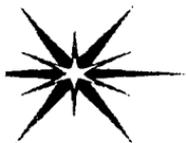
El mobiliario se puede cambiar diario si así fuese requerido, por lo que es necesario pensar en muebles modulares, desarmables y con la posibilidad de alojar instalaciones en su interior, por lo anterior podemos concluir que un edificio lleva la etiqueta de flexible si éstos 4 elementos son independientes cada uno entre sí, es decir si es necesario, realizar un cambio en los servicios no se debe realizar ninguna modificación en la estructura o si se requiere realizar una redistribución del área no se deberá realizar ninguna modificación en los servicios.

El caso más común en edificios convencionales sucede cuando se requiere cambiar de oficinas, ya que se tiene que recablear el teléfono, y muchas veces si se manejan datos, hacer nuevos ductos, resultando muy costosa la reubicación.

### **1.5 INTEGRACION DE SERVICIOS**

Este concepto no es nuevo en la construcción de edificios. Desde hace algunos años ya se hablaba de este concepto sin ningún éxito, pero a raíz del desarrollo de la tecnología en los campos de control, computo y telecomunicaciones ha tomado una mayor importancia este concepto, hasta volverse fundamental en los llamados "Edificios Inteligentes", teniendo en consideración 4 grandes áreas:

- Área de automatización del edificio
- Área de automatización de la actividad
- Área de Telecomunicaciones
- Área de Planificación ambiental



## **CAPITULO 2**

---

---

- **2 NECESIDADES Y VENTAJAS DEL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**
  - 
  - **2.1 RAZONES PARA AHORRAR ENERGIA**
    -
  - **2.2 BENEFICIOS DEL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA**
    -
  - **2.3 VENTAJAS COMPARATIVAS DEL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**
    -
  - **2.4 ¿AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA ! UNA CULTURA QUE DEBE PROMOVERSE**
    - 
    - **2.4.1 PROPUESTA**

## 2 NECESIDADES Y VENTAJAS DEL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA

### 2.1 RAZONES PARA AHORRAR ENERGIA

Incrementar el suministro de electricidad para el desarrollo de México es cada vez más difícil, debido al acelerado ritmo del aumento de la demanda y a la problemática existente para contar con los recursos financieros, materiales e institucionales necesarios.

En diciembre de 1994 la capacidad instalada para la generación de electricidad ascendió a 31,619 MW de los cuales el 00.7% correspondió a centrales termoeléctricas, 28.8% a hidroeléctricas, 6% a carboceléctricas, 2.4% a geotérmicas, 2.1% a nucleoceléctricas y un 0.02% a la eólica, presentándose un consumo de energía por habitante de 15.8 millones de Kcal. entre 1993 y 1994, y dividiéndose por sector como sigue:

#### CONSUMO FINAL ENERGETICO DE ENERGIA ELECTRICA POR SECTORES

SECTOR ENERGETICO	CONSUMO (Pcal) total	CONSUMO POR ENERGIA ELECTRICA
INDUSTRIAL	313.4	16.2%
TRANSPORTE	367.2	0.2%
RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PUBLICO	203.7	18.1%

TABLA 2.1.1

Por otro lado, el creciente deterioro del medio ambiente asociado con la producción y consumo de electricidad, está convirtiéndose en un obstáculo más para la expansión de la capacidad de generación de energía eléctrica.

Una atractiva manera de asegurar el desarrollo del país, sin tener que recurrir a grandes inversiones de capital, es disminuir la cantidad de energía requerida para proveer mejor a los servicios de mayor interés, esto se puede lograr con programas, que aprovechando al máximo las opciones tecnológicas, permitan incrementar la eficiencia en el uso de la energía.

La demanda residencial es también la principal causante de la demanda pico, que se observa entre las 19 y las 23 hrs, por lo que se hace imperioso disminuir el consumo de cada hogar que se ve influenciado directamente por el nivel de ingresos del hogar, aspectos geográficos y climáticos.

La energía representa un papel muy importante en el mundo moderno industrial, ya que gracias a ella, se aprovecha la fuerza con que se mueve al mundo. Por eso es vital saber administrarla y aprovecharla dándole el mejor uso.

Ahorrar energía es una de las claves para abatir costos y estar dentro de la competencia a nivel de las industrias de todo el mundo, en una economía cada vez más difícil.

Aquellos que ignoran la existencia del ahorro de energía, están perdiendo cada minuto un lugar en la competencia, y aún más, obran en perjuicio de la economía de su país, ya sea gastando o desperdiciando energía, como lo es el caso muy común de tener iluminación de día innecesaria, o en áreas en las que no se requiera por un gran número de horas.

De igual manera el empleo de herramientas y maquinaria puede consumir energía en forma ineficiente, por falta de mantenimiento o por pasar a ser ya de tecnología obsoleta, o simplemente por que en la instalación eléctrica, por las que la empresa paga y nadie aprovecha. Incurriendo así, en mayores costos que pueden representar hasta un 30% del consumo, exponiendo la competitividad en la manufactura de los proyectos elaborados siendo que este capital podría emplearse para aumentar sus utilidades. Otra razón importante para ahorrar energía.

Es por esto que nace la necesidad del ahorro de energía en sus diferentes ramas y que son muy extensas. Hoy en día salta a la vista la importancia de un ahorro y las ventajas que esto representa no pueden pasarse por alto.

En cierta forma, se ha sabido que mucha gente no está informada del tema o está mal informada, ya que simplemente han escuchado que deben tomarse medidas para administrar la energía, pero realmente no saben como hacerlo, ni se imaginan la importancia de hacerlo, por lo que existe un desinterés debido a la falta de información.

Uno de los principales obstáculos para crear medidas, es la ignorancia de la gente respecto al tema, por lo que resulta necesario modificar la conducta y hábitos de la misma, con los diferentes mecanismos que se tienen contemplados mediante cursos, conferencias, y demás publicidad con carteles por ejemplo ubicados en zonas estratégicas y dirigidos al personal laboral, incluyendo a la dirección con fines de motivar y despertar un interés de colaborar con el simple hecho de modificar su conducta.

Por ello este trabajo contiene información acerca de que acciones seguir y como hacerlo en el capítulo 5, así como para conocer las conductas equivocadas.

También se habla de los costos y consumos de la energía eléctrica; y como influye esta en la facturación a pagar por su utilización, con fines de estimar la dimensión de los desperdicios de energía.

## **2.2 BENEFICIOS DEL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA**

Para el usuario:

- Generar beneficios económicos a partir de ahorros derogados del pago a la cia. suministradora
- Incremento de la productividad y competitividad
- Transformación tecnológica del aspecto y entorno social y psicológico dentro del hábitat entre Arquitectura e Ingeniería como medio de confort (Biotecnología )
- Alto rendimiento en el equipo eléctrico
- Reducción de sobrecargas riesgosas
- Reducción de la facturación de acuerdo a la tarifa contratada
- Reducción de pérdidas excesivas por desperdicio de energía
- Reducción de costos de producción
- Mejoramiento del Factor de Potencia ( F.P. )
- Optimización de las condiciones de operación en "X" sistema
- Incremento de la confiabilidad de los equipos
- Disminución de consumo de energía sin afectar los niveles de producción
- Concientización de una cultura de ahorro de energía para los hijos
- Balance económico de los ahorros logrados
- Rendimiento óptimo laboral y de servicios debido a niveles de iluminación que proporcionen el ambiente adecuado

**Para el sector eléctrico:**

- **Mejor administración de los sistemas de interconexión**
- **Menor operatividad de plantas de emergencia**
- **Reducción de las necesidades de capital**
- **Soluciones inmediatas de emergencia por la capacidad instalada**
- **Mejor servicio en relación con el cliente**
- **Incremento de la eficiencia y flexibilidad en la operación**
- **Menor costo del servicio**
- **Menos interrupciones del servicio**
- **Mejor regulación de voltaje a la entrega del usuario**

**Para el País:**

- **Mejor administración de los recursos energéticos**
- **Menor impacto ambiental**
- **Reducción en la emisión de contaminantes**
- **Ahorros concretos en millones de barriles de petróleo**
- **Conservación de los recursos naturales**
- **Protección del medio ambiente**
- **Desarrollo tecnológico**

### 2.3 VENTAJAS COMPARATIVAS DEL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA

La oportunidad mas sencilla de ahorrar energia eléctrica se encuentra en el área de utilización, especialmente en el alumbrado: existen varias maneras de ahorrar millones de pesos en energia eléctrica, algunas de ellas son el uso y selección de:

- Lámparas y balastos ahorradores de energia
- Reflectores especulares.
- Controladores de iluminación.
- Seccionamiento de circuitos eléctricos.
- Sensores de presencia.
- Fococeldas.

Y muchas otras recomendaciones, que más adelante daremos en este trabajo.

En el ahorro de energia es frecuente que los ahorros reales superen a los calculados, esto se debe a que en los cálculos, usualmente no consideramos un sin número de beneficios indirectos de la medida tomada.

El ejemplo que se muestra a continuación es sencillo y concreto, en este caso la medida de ahorro consiste en substituir un foco incandescente de 100 W de CRI=100, por una lámpara fluorescente compacta ahorradora de energia con 13 W y un CRI=82

#### DATOS COMPARATIVOS

Características	Lámpara incandescente	Lámpara fluorescente
Potencia	100 W	13 W
Lúmenes aproximados	1560	900
(C.R.I.) Rend. de color	100	82
Precio al público	\$ 3.00	\$ 36.00
Vida promedio	1000 hrs	10 000 hrs

TABLA 2.3.1

**Ahorro directo**

a)  $100 - 13 = 87 \text{ W}$

b)  $87 \text{ W} \times 10 \text{ hrs. / día} = 870 \text{ Wh / día} \Rightarrow 870 \text{ Wh / día} \times 25 \text{ d/m} = 21.75 \text{ kWh/m}$

c)  $21.75 \text{ kWh / m} \times 0.26952 \text{ \$ / kWh} = 5.86 \text{ \$ / m}$

**Recuperación directa aparente :**  $(36.00 - 3.00) / (5.86) = 5.63 \text{ meses}$

**Costo de la implantación de la medida :**

- No hay costo extra de instalación
- No hay problema técnico ya que la reposición es falla del foco incandescente
- La medida puede ser implantada en cualquier momento
- La recuperación se inicia de inmediato al remplazo

Como hemos visto este ejemplo nos da un panorama muy claro de lo que podemos hacer a nivel macro, si lo comparamos con estudios y diagnósticos ya establecidos que solo hace falta conocerlos y aplicarlos.

Ahora desde un punto de vista ambiental podemos mencionar que la mayor parte de los energéticos empleados en la generación de electricidad son no renovables y se agotan al generar la misma, produciendo contaminación (por la utilización de combustibles fósiles, carbón, gas natural, etc.) en las plantas termoeléctricas.

Por cada kWh que se ahorra en nuestro país se deja de emitir a la atmósfera:

- de 0.68 a 0.8 kg. de  $\text{CO}_2$
- de 0.0017 a 0.0025 kg. de  $\text{NO}_x$
- de 0.0058 a 0.011 kg. de  $\text{SO}_2$
- 3.6 litros de agua

Entre los efectos de la contaminación tenemos:

- Aumento del efecto invernadero (incremento de la temperatura de la superficie terrestre y cambio global del clima) y Lluvia ácida
- Partículas en suspensión, ruido, deforestación, desertificación, etc.

Es así que debido a las razones ya mencionadas anteriormente, las necesidades más claras son las siguientes:

- Nuestra capacidad de generación es limitada.
- El país necesita el dinero que se invertiría en ampliar la capacidad de generación, para dedicarlo a cubrir necesidades sociales más urgentes. (Un kW en una termoeléctrica significa una inversión de 1500 USD).
- Para ser competitivos en los mercados internacionales, necesitamos tener costos de producción razonables, y los energéticos pesan mucho en ellos.
- Tenemos que tomar conciencia, que la energía es un bien Nacional y que nadie tiene derecho a derrocharla.
- El incremento a las tarifas energéticas
- Creación de normas obligatorias y voluntarias, leyes ecológicas más estrictas.
- Legislación flexible que permita cogenerar energía eléctrica.

## **2.4 ; AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA ! UNA CULTURA QUE DEBE PROMOVERSE**

Este nuevo concepto debe tomarse de ser posible desde su diseño, como lo propone un edificio inteligente, sin embargo este cambio tomará su tiempo, principalmente por cuestiones económicas, pero la situación actual del país merece una estrategia de acción inmediata que represente un ahorro común, tanto para la nación como para el usuario en general.

Hagamos la propuesta agresiva, de manera que ésta sea de carácter obligatorio como medio para ahorrar recursos económicos y olvidémonos un poco de la llamada publicidad, sabemos que necesitamos informar pero si vamos a concientizar al grueso de la población se debe predicar con el ejemplo.

#### **2.4.1 PROPUESTA**

- Que CFE o CLYF otorguen beneficios de forma particular a los diferentes sectores que de alguna manera empleen equipo ahorrador de energia eléctrica.
- Que CFE o CLYF otorgue estímulos de forma pública a los diferentes sectores que logren ahorros concretos.
- Que se reglamente y/o normalice el uso de éstos equipos, principalmente en edificios del gobierno.
- Que se efectúen estudios que faciliten la reglamentación para restringir labores en empresas que puedan hacerlo fuera del horario pico de actividades diurnas.
- Que las políticas en cuanto a generación y distribución de energia eléctrica den facilidades al sector privado.

Una vez hecha la propuesta como base de la implementación de una nueva cultura, podemos entonces pasar a la etapa de la concientización.

- Retirar del mercado paulatinamente las lámparas incandescentes, creando un programa que promocióne económicamente el uso de lámparas fluorescentes compactas.
- Reglamentar y/o normalizar la etiquetación del sello FIDE para aquellos aparatos electrodomésticos que utilicen motores fraccionarios de cualquier clase ( refrigeradores, compresores de basura, licuadoras, batidoras, etc.)
- Distribuir en las empresas o fábricas al personal de tal manera que se aprovechen los espacios laborables con luz natural de acuerdo por supuesto al diseño y flexibilidad del edificio.
- Crear carteles alusivos con diferentes imágenes cuando menos cada 3 meses dentro de cualquier ambiente laboral.
- Implantar en el sistema educativo básico medidas que promuevan el ahorro de energía como actividad cultural.
- Implantar a nivel nacional campañas informativas en el sistema educativo medio y medio superior que motiven al alumnado a formarse además de una cultura de ahorro un criterio enfocado a nuevas soluciones como profesionistas en el ámbito de energéticos.



# CAPITULO 3

---

- **3 AREAS DE OPORTUNIDAD DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES**
- 
- **3.1 AREA DE AUTOMATIZACION DE UN EDIFICIO**
- **3.1.1 SISTEMA BASICO DE CONTROL**
- **3.1.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD**
- **3.1.3 SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA**
- 
- **3.2 AREA DE AUTOMATIZACION DE LA ACTIVIDAD**
- 
- **3.3 AREA DE TELECOMUNICACIONES**
- 
- **3.4 AREA DE PLANIFICACION AMBIENTAL**
- 
- **3.5 RELACION DE AREAS Y SISTEMAS PARA UN EDIFICIO INTELIGENTE**

### **3 AREAS DE OPORTUNIDAD DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES**

Entre las partes más importantes en el diseño de edificios inteligentes se encuentra el sistema automático, el cual es realmente el que dará el grado de inteligencia a nuestro edificio.

De esta forma se complementan a continuación los aspectos fundamentales citados anteriormente para un edificio inteligente, haciendo mención de una manera general a los sistemas y operatividad que se deben tomar en cuenta siguiendo las recomendaciones que se dan en el capítulo 4 para finalizar con un análisis que de respuestas y soluciones inmediatas.

#### **3.1 AREA DE AUTOMATIZACION DE UN EDIFICIO**

Cuando comenzamos con éste capítulo hablamos de un grado de inteligencia, cuando en realidad a lo que nos estamos refiriendo es al equipo de cómputo u automático dentro del edificio que hace programable y eficaz toda la actividad interna y externa que en él se desarrolle pudiéndose dividir como sigue.

- Sistema básico de control
- Sistema de seguridad
- Sistema de ahorro de energía

##### **3.1.1 SISTEMA BASICO DE CONTROL**

Es aquel sistema que debe permitir monitorear el estado de las distintas instalaciones y actuará de forma programada, previniendo fallas de funcionamiento. Así mismo será el responsable de mantener los distintos grados de confort, y de llevar las estadísticas de mantenimiento para cada equipo, debiendo tener en cuenta a aquellas instalaciones y equipo que permita la eliminación de personal a cargo del funcionamiento de éstas, como por ejemplo:

- Instalaciones de aire acondicionado
- Instalación eléctrica
- Instalación hidro - sanitaria
- Elevadores y escaleras eléctricas
- Suministros de gas y electricidad
- Acceso a estacionamientos

### **3.1.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD**

Dentro de la seguridad existen 2 aspectos, la protección del patrimonio y la protección de las personas. Para ello se debe instalar un sistema íntegro de seguridad que abarque nuestros propios requerimientos, ya que éstos podrán variar según el edificio en cuestión y el país o zona donde este se ubique :

Dentro de la seguridad patrimonial podemos destacar :

- Circuito cerrado de T.V.
- Vigilancia perimetral
- Control de accesos
- Control de rondas de vigilancia
- Intercomunicación de emergencia
- Seguridad informática
- Detector de movimientos sísmicos
- Detectores de presencia
- Detectores de humo

Dentro de la protección relacionada con las personas, podemos destacar :

- Detección de humo y fuego
- Detección de fugas de agua y gas
- Monitoreo de equipo para la extinción de fuego
- Red de rociadores
- Absorción automática de humo
- Señalización de salidas de emergencia
- Voceo de emergencia

### **3.1.3 SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA**

Con el sistema básico de control del edificio, realizar un ahorro de consumo de energía es casi implícito, ya que los equipos serán programados para que éstos operen en situaciones de máximo rendimiento, lo cual se verá reflejado en un ahorro de fuerza laboral, puesto que la productividad se verá mejorada al integrar todo el control bajo un mismo sistema. Las posibilidades de un sistema de administración y ahorro de energía son múltiples. Cabe mencionar las siguientes :

- Zonificación de la climatización
- Intercambio de calor entre zonas, inclusive con el exterior
- Uso activo o pasivo de la energía solar
- Identificación del consumo
- Control automático y centralizado de la iluminación
- Control de horarios para el funcionamiento de equipo
- Control de ascensores
- Programa emergente en puntos críticos de demanda

### **3.2 AREA DE AUTOMATIZACION DE LA ACTIVIDAD**

La correcta selección de la tecnología involucrada en la automatización de las actividades dará como resultado un incremento en la productividad laboral, permitiendo así un importante beneficio en la administración de las oficinas.

Otro factor importante sería la eficiencia para obtener información y reducir de ésta forma el tiempo que transcurre desde el lugar donde se origina hasta el destino final de ésta, permitiendo tomar decisiones con oportunidad.

Dentro de los servicios de automatización de oficinas podemos destacar :

- Integración de redes de área local ( LAN )
- Estaciones de trabajo integradas
- Procesadores de textos, datos, gráficas, etc.
- Programas de clasificación de actividades
- Acceso a base de datos internas y externas
- Integración de plotters, lasers, scanners, etc.

### **3.3 AREA DE TELECOMUNICACIONES**

En México se requiere un análisis especial en ésta área, ya que existe una falta de infraestructura que no permite que cualquier empresa pueda tener fácilmente avanzados servicios de telecomunicaciones, la infraestructura tecnológica a considerar en ésta área será:

- 1) Un cableado integral de comunicaciones ( Redes LAN y WAN )
- 2) Una central telefónica de conmutación privada
- 3) Equipos de conexión con redes externas

Es importante recalcar que la integración de un cableado estructurado nos evitará problemas futuros, ya que en lugar de tener un cableado para voz, otro para datos, otro para seguridad y control, existen actualmente distintas tecnologías que nos permitirán tener un cableado único, lo cual se verá reflejado en un menor costo, la central telefónica no permitirá tener acceso a servicios avanzados de telecomunicaciones.

Los principales servicios dentro de esta área serán :

- Telefonía avanzada
- Transmisión de datos
- facsimil, telefax, videotexto
- Correo electrónico
- Comunicación via satélite, etc.

### **3.4 AREA DE PLANIFICACION AMBIENTAL**

Esta área ha tomado mucha importancia últimamente, ya que incide directamente en el bienestar físico del trabajador, todo esto estimulado a encaminar un ambiente que facilite su trabajo, para lo cual podemos considerar lo siguiente

- Posibilidad de zonificar el aire e iluminación con el propósito de que la persona decida su iluminación y temperatura requerida.
- Planificación y distribución de los espacios y archivos.
- Ergonomía en el puesto de trabajo, mobiliarios, brillos, luz solar, aislamiento acústico, colores, etc. con el propósito de evitar el síndrome del "edificio enfermo".
- Creación de ambiente seguro, conocer los sistemas de seguridad, medios de evacuación, escaleras de emergencia, que hacer en caso de temblor, etc.

### **3.5 RELACION DE AREAS Y SISTEMAS PARA UN EDIFICIO INTELIGENTE**

Como se pudo observar, en este capítulo se mencionaron sistemas o servicios que potencialmente pueden representar un ahorro de energía, pero al contemplar las diferentes áreas no se puede dejar a un lado aquellos elementos que eléctricamente conforman la instalación y que en gran parte además de consumir energía pueden contribuir utilizandolos correctamente, a garantizar el ahorro y uso eficiente de la misma en nuestro edificio inteligente

Entonces en nuestro siguiente capítulo se hará mención de los diferentes equipos que de acuerdo a normas, especificaciones técnicas, de operación e instalación, no pueden faltar en un proyecto que pretenda alcanzar nuestro objetivo ( AHORRAR Y EFICIENTIZAR LA ENERGIA ELECTRICA )

Cabe señalar que lo equipos a mencionar no pretenden ahondar en el tema sino hacer una pequeña referencia que haga notar la importancia que éstos tienen para que su selección tenga a bien hacer una consideración especial en cuanto al dimensionamiento y medidas administrativas que minimizen las pérdidas que en conjunto y traducidas en términos económicos representan dinero derrochado.

En la figura 3.5.1 se muestra la interdependencia entre áreas y sistemas, tomando en cuenta 2 limitantes que parten desde la concepción del mismo edificio hasta cumplir con herramientas administrativas que mantengan niveles y grados de inteligencia en óptimas condiciones.

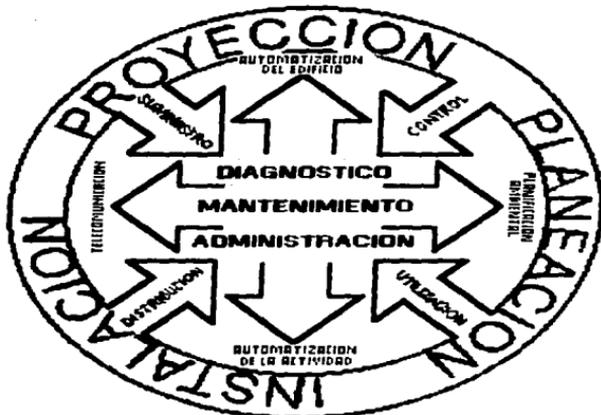
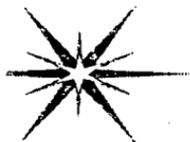


FIGURA 3.5.1



# CAPITULO 4

---

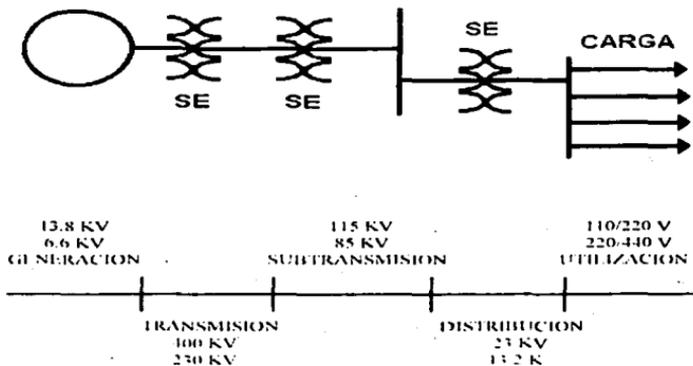
- ▶ 4 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y/O READECUACION EN INSTALACIONES ELECTRICAS
- ▶ 4.1 DISTRIBUCION
- ▶ 4.2 UTILIZACION
- ▶ 4.3 SISTEMAS DE ILUMINACION
- ▶ 4.4 EQUIPOS DE FUERZA
- ▶ 4.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EMERGENTE
- ▶ 4.6 BANCO DE CAPACITORES AUTOMATICOS
- ▶ 4.7 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA BAJO UN CRITERIO LUMINOTECNICO AVANZADO
- ▶ 4.8 AUTOMATIZACION Y CONTROL

## 4 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y/O READECUACION EN INSTALACIONES ELECTRICAS

Como se planteo en puntos anteriores, la necesidad de crear ventajas y oportunidades en materia de ahorro de energia eléctrica, se vuelve una prioridad considerar en la construcción de estructuras que además de ser flexibles sean inteligentes en su manera de operar mediante una readequación técnica en el diseño de sus instalaciones eléctricas y un control programado para optimizar su funcionamiento.

Como primer punto mostraremos el esquema general que comprende un sistema eléctrico de potencia representado con su diagrama unifilar, para entender de una forma gráfica que la mayoría de las pérdidas se generan en la utilización, y hacer conciencia del número tan grande y diversificado de puntos, que implican costos y esfuerzos (horas - hombre), para llevar ésta energía al usuario, y que debido a distintos factores, su transformación no es aprovechable en su totalidad, perdiéndose la mayoría de ésta en forma de calor.

### SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA



En este trabajo sólo se atacará la parte donde se realiza el consumo, sin restarle importancia por ello a las demás etapas.

Las recomendaciones parten desde el punto de llegada que alimenta nuestro edificio inteligente, mediante un control programado y retroalimentado ya que nuestro punto final de transformación dará la pauta a nuestro sistema para que opere de la mejor forma haciéndolo eficiente y creando implícitamente ahorros y programas de mantenimiento.

## **4.1 DISTRIBUCION**

Dentro de las recomendaciones que se dan a continuación cabe hacer mención que tienen 2 enfoques diferentes, la primera parte hará referencia a nuestro edificio inteligente cuando se encuentre en plena proyección y el otro punto de vista será cuando este operando, al cual se le aplicarán criterios diferentes y herramientas de administración y mantenimiento.

### **4.1.1 ACOMETIDA**

Las acometidas de alta tensión suelen efectuarse mediante cables subterráneos con conductores monofásicos, aunque se traten de servicios trifásicos.

Los cables van provistos de conos de alivio en ambos extremos y la conexión a la línea primaria de distribución deberá protegerse con fusibles de magnitud apropiada al servicio.

Con el objeto de evitar un almacenaje excesivo, deberán utilizarse sólo calibres de 50, 70 y hasta 150 mm<sup>2</sup> ( 1/0, 2/0 Y 300 AWG respectivamente ) para servicios de baja tensión, y de 240 mm<sup>2</sup> ( 500 AWG ) en adelante para servicios de alta tensión, requiriendo éstos un fusible que debe de ser capaz de soportar 6 veces la corriente normal del circuito durante 1 segundo y 3 veces la corriente normal durante 10 segundos para proteger al transformador de distribución, procurando siempre sobrediseñar estas acometidas, para evitar su frecuente reemplazo en caso de aumento de carga.

Lo anterior son puntos de interés para poder comenzar una instalación eléctrica pero recordemos que esto es responsabilidad todavía de la compañía suministradora junto con el equipo de medición, aunque el interruptor general y las protecciones para los alimentadores deban de ir a cargo de los medidores siendo estos últimos ya propiedad del usuario.

Los interruptores se deben seleccionar tomando en cuenta los siguientes puntos:

- La Tensión nominal en kV
- La Tensión máxima en kV
- La corriente Nominal en Amperes
- El nivel Básico de impulso (NBI) en kV
- Corriente momentánea (E-fleaz) en kA
- Corriente de Impulso (Cresta) en kA

#### 4.1.2 DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Debido a la facilidad y costeabilidad, la distribución de la energía eléctrica se realiza en corriente alterna pasando por diversas transformaciones de niveles de voltaje hasta llegar al utilizable que comúnmente es de 110,220 o 440V con un  $\pm$  10% de regulación

Desde el voltaje de llegada principia nuestro análisis, para hacer una instalación eléctrica requerimos además de cumplir con las necesidades eléctricas del usuario, adaptamos a la mejor opción de alimentación que se tenga en la zona, bajo la condición de obtener la mejor regulación de voltaje por parte de la compañía suministradora, debido al uso que haremos de voltajes críticos (Computadoras, controladores, interfases, sistemas de comunicación, procesadores, etc.)

Si la fluctuación o las condiciones de voltaje no están dentro de los límites aceptables, recomendamos se consideren los siguientes cambios básicos para corregir la condición deficiente.

- Reducir la distancia recorrida del voltaje.
- Reducir la impedancia del sistema.
- Utilizar equipo de regulación para compensar las caídas de voltaje.
- Emplear filtros de absorción de choques para eliminar armónicas en el sistema

#### 4.1.3 USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA

La conexión a tierra de los sistemas debe hacerse de tal forma que no enciendan corrientes no convenientes por los conductores de puesta a tierra, esto se logra conectando físicamente el armazon del equipo a un electrodo.

Recordemos que la causa de muerte por choque eléctrico es provocado por el paso de corriente por el cuerpo humano, como lo vamos a tratar en un momento de esta guía.

Todos los sistemas de instalaciones eléctricas de las construcciones deberán tener por disposición general un conductor de puesta a tierra y la identificación de estos además de ser obligatoria, por conceptos técnicos (de color gris o blanco) y de seguridad (calibre no menor de 13.3 mm<sup>2</sup> de área o 6 AWG) para el propio usuario.

No se recomienda la conexión eléctrica al sistema de suministro de energía eléctrica si no se cuenta con dicho conductor en el sistema interno del inmueble.

#### 4.1.5 TRANSFORMADORES.

Esta es una máquina eléctrica estática que funciona de acuerdo al principio de inducción electromagnética de Faraday. Transfiere energía de un circuito a otro por acople inductivo sin conexión eléctrica entre circuitos, cambiando usualmente los valores de tensión y corriente a frecuencia constante.

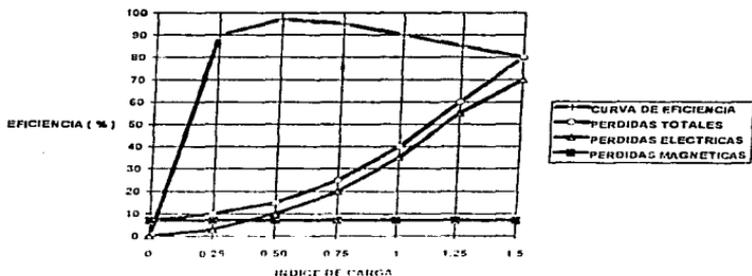


FIGURA 4.1.5.1

La recomendación que se da, va en torno de su eficiencia y aunque es una de las máquinas que menos pérdidas tiene en cuanto a su funcionamiento si es necesario mencionar que a pesar de que las pérdidas magnéticas son constantes durante todo el rango de cargas del transformador, las pérdidas eléctricas dependerán entonces de la magnitud de la carga. (Índice de Carga). Entonces cuando ambas pérdidas son iguales se alcanza la máxima eficiencia.

#### **4.1.6 SUBESTACIONES**

La subestación eléctrica es el elemento que en conjunto con el equipo de medición, protección y transmisión controlan, transforman y distribuyen la energía eléctrica proveniente de las plantas generadoras, líneas de transmisión o líneas de distribución en alta o mediana tensión que será nuestro caso en aplicación y muy concretamente los de uso interior del tipo compacto, cuya precisa selección de acuerdo al equilibrio de operación y costos, darán la pauta para partir de una instalación correcta y confiable.

#### **4.1.7 CENTROS DE CARGA (TABLEROS)**

La función de los tableros (tanto de piso como de pared) es la de recibir la energía eléctrica en forma concentrada y distribuirla por medio de conductores eléctricos, por lo general barras, a las cargas de los circuitos derivados.

Un centro de carga puede funcionar como desconectador principal o centro de alimentadores derivados con 2 tensiones diferentes (generalmente 220/127, para distribución ligera de fuerza o alumbrado), dependiendo de los interruptores que se le instalen.

Los circuitos derivados se protegen individualmente contra sobrecorrientes y corto circuito, por medio de interruptores termomagnéticos y fusibles, los cuales deben ser montados en el tablero.

Un tablero no debe tener más de 42 circuitos derivados monopolares y este deberá de estar lo más cercano posible al centro de carga.

El número de trayectorias de alimentación para cualquier instalación por pastillas desde un tablero debe ser el mínimo y este a su vez deberá estar protegido anteriormente y lo más cerca posible al mismo por un medio de desconexión general.

A continuación se ilustra un ejemplo de distribución eficiente de la carga a través de un centro de carga por medio de tableros en la figura 11.7.1.

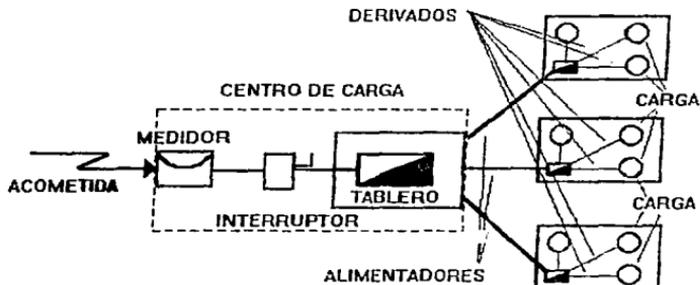


FIGURA 4.1.7.1

Las recomendaciones generales para seleccionar y/o readecuar un tablero son las siguientes:

- Las barras colectoras y otros conductores en el tablero deben de estar localizados de tal forma que no estén expuestos a daño mecánico, y deberán de estar firmemente fijados.
- La disposición de las barras colectoras y otros conductores deberá ser tal que se evite el sobrecalentamiento por efectos inductivos.
- Las terminales para la conexión de los conductores de la carga deben de colocarse perfectamente, de manera que no sea necesario pasar con dichos conductores a través o por detrás de las barras colectoras.
- La secuencia de fases en las barras colectoras deberá ser A, B, C desde el frente hacia atrás o de izquierda a derecha, viendo al tablero de frente y según sea la colocación de las barras.

- Desde el proyecto de la instalación eléctrica se deberá determinar la localización más adecuada del tablero, lo que requiere del análisis de las necesidades eléctricas, mecánicas y arquitectónicas.
- La ubicación del tablero debe de ser central, para reducir la caída de potencial en los circuitos derivados.

## **4.2 UTILIZACION**

Uno de los problemas más generalizados, consiste en la imposibilidad de apagar ciertas lámparas que no son necesarias en cierto momento, debido a que existe un interruptor que por razón de las usuales divisiones de oficinas en edificios comunes no es posible controlar.

La recomendación en este sentido y apeándonos al diseño de un edificio inteligente es como ya lo mencionamos anteriormente muros y divisiones falsas, que faciliten el cálculo promedio y proporcional del nivel de iluminación requerido por áreas de trabajo evitando largos accesos de comunicación entre departamentos sin perder su funcionalidad objetiva.

Independientemente del cálculo de caídas de tensión, como más adelante haremos mediante una metodología rápida de pasos a seguir, los caminos que conducirán al cableado deberán seguir un ordenamiento y espaciamiento ( similar al backbone o columna vertebral ) de cableado para equipo de voltaje crítico, haciendo la debida separación e identificación entre uno y otro con el objetivo de llevar al área de trabajo la cantidad de energía eléctrica requerible con el número preciso de tomas y apagadores independientes del controlador automático de sensores de presencia.

### **4.2.1 CALCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS**

Una vez que hemos cumplido con las recomendaciones anteriores pasaremos al diseño propio de la instalación eléctrica y ésta se dividirá en 2 circuitos principales:

1. El alimentador
2. El derivado

Los circuitos derivados se clasifican de acuerdo con la capacidad o ajuste de su protección contra sobrecorrientes y los que alimentan a varias cargas se clasifican en circuitos derivados de 15, 20, 30, 40 y 50 Amperes y éstos deben de incluir un conductor de puesta a tierra

#### 4.2.1.1 PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS DEACUERDO AL AMPERAJE

- **De 15 y 20 Amperes** : cualquier tipo de local para iluminar unidades de alumbrado y fuerza
- **De 30 Amperes** : Unidades de alumbrado fijas en locales que no sean casa habitación
- **De 40 y 50 Amperes** : Similar al anterior y para alimentar aparatos fijos cuya capacidad no exceda del 80% de la capacidad nominal del circuito.

Las cargas individuales mayores de 50 Amperes, deben de abastecerse con circuitos derivados individuales.

#### 4.2.1.2 REGLAS GENERALES PARA EL CALCULO DE LA CARGA EN CIRCUITOS DERIVADOS

- Debe considerarse el 100 % de la carga conectada al circuito
- En casas habitación y hoteles cada salida de alumbradose calculará sobre 125 W y cada salida de contacto en 180 W

Nota: No importa que se instalen lámparas de menos de 125 W o aparatos de menos de 180W en contactos

Si tomamos en cuenta una tensión de operación de 600 v (Baja Tensión) se recomienda el siguiente procedimiento.

- 1 . Seleccione el tipo de conductor en base a la temperatura ambiente, el tipo de local y la instalación donde se usará.
- 2 . Determine el valor de la corriente a conducir, utilizando la opción adecuada deacuerdo a la tabla 4.2.1.1

Cond. en mm <sup>2</sup>	Cap en (A)	AWG o menor	30, 110 V	30, 220 V	10, 220 V	10, 127 V
2	15	14	0.00344	0.00688	0.00790	0.01376
3	20	12	0.00216	0.00422	0.00496	0.00864
5	30	10	0.00136	0.00272	0.00313	0.00544
8	45	8	0.00085	0.00170	0.00195	0.00330

TABLA 4.2.1.1

- A) Tome el dato de la placa de características del equipo a instalar
- B) Calcule su valor utilizando la fórmula correspondiente de la tabla 4.2.1.2

CONOCIENDO	C.D.	C.A. 10	C.A. 30
HP	$\frac{H.P. \times 746}{V \times \eta}$	$\frac{H.P. \times 746}{V \times \eta \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} \times V \times F.P.}$
KW	$\frac{K.W. \times 1000}{V}$	$\frac{K.W. \times 1000}{V \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times F.P.}$

TABLA 4.2.1.2

- C) En caso de existir algún motor agregar al valor de la corriente a plena carga un 25%(NOM-001-SEMP-1994).
- D) Si son 2 o más motores, sumar sus corrientes y agregar el 25% del valor de la corriente del motor más grande (NOM-001-SEMP-1994).
- E) Si la temperatura ambiente es diferente a 30° C, multiplique el valor de la corriente por el factor correspondiente de la tabla 4.2.1.3

21 a 25 °C	26 a 30 °C	31 a 35 °C	36 a 40 °C	41 a 45 °C	46 a 50 °C	51 a 55 °C
F.C. = 1.05	F.C. = 1	F.C. = 0.96	F.C. = 0.91	F.C. = 0.87	F.C. = 0.82	F.C. = 0.76

TABLA 4.2.1.3

- 3) Con el valor de la corriente, seleccione el calibre del conductor, utilizando la columna correspondiente de la tabla 4.2.1.1, tomando en cuenta el tipo de local (seco, húmedo o mojado) y la manera como se instalará (en ducto o al aire libre).
4. Verificar si el conductor seleccionado es el adecuado, en base al valor de (e%)

#### 4.2.1.4 CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION (e%)

Circuito	Formulas para calcular la (e%)
10, 127 V	$e\% = \frac{(2R/127S) \times 100 \times L \times I}{1}$
10, 220 V	$e\% = \frac{(2R/220S) \times 100 \times L \times I}{1}$
30, 220 V	$e\% = \frac{(1.73IR/220S) \times 100 \times L \times I}{1}$
30, 440 V	$e\% = \frac{(1.73IR/440S) \times 100 \times L \times I}{1}$

TABLA 4.2.1.4

- A) Calcule la caída de tensión ( % ) en el circuito, multiplicando la longitud de la línea en metros, por el valor de la corriente a conducir y por el valor del factor correspondiente al calibre seleccionado y al tipo de instalación.
- B) Determine el porcentaje de caída de tensión ( % ) utilizando la tabla 4.2.1.4.

Este último dato es importante ya que si el conductor es el adecuado, el porcentaje de caída de tensión calculado deberá quedar dentro del valor permitido por la norma NOM-001-SEMI-1994, que dice :

"La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe de exceder del 5%, dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor del 3%."

#### 4.2.2 SISTEMAS DE PROTECCION

Entendamos por protección a todo aquel equipo que es capaz de desenergizar un conjunto de elementos de acoplamiento eléctrico o equipo de fuerza o alumbrado, que dependen de la rapidez de un medio de desconexión para sufrir el mínimo daño posible.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe de estar de acuerdo con el valor de la corriente permisible en los conductores.

Todo circuito eléctrico ya sea de potencia o de mando, debe protegerse contra posibles cortocircuitos, con fusibles o interruptores termomagnéticos, y de sobrecargas con relevadores, de tal forma que los equipos estén siempre protegidos.

Comencemos hablando de las protecciones más comunes, "Los interruptores", éstos son dispositivos que nos permiten conectar o desconectar una carga de la fuente de alimentación, y van desde los más sencillos como: apagadores (de 2, o 3 vías), cuchillas (para 1, 2 o 3 fases), fusibles, navajas (de 1 o 2 tiros), etc, hasta los medios más complicados, como los llamados interruptores automáticos, que restablecen la energía mediante otro mecanismo que salvaguarda la seguridad de los usuarios al no tener que operar manualmente la desconexión.

Las siguientes recomendaciones van en función de costos y criterios para justificar su uso, ya que en la actualidad el tiempo de recuperación de la inversión debe de ser mínima y sin una aportación directa de la empresa o construcción en estudio ya que este gasto debe de ser amortizado por las ventajas y beneficios que redundan en el ahorro o eficiencia que el equipo en uso pueda otorgar al beneficiado.

#### **4.2.2.1 REQUERIMIENTOS PARA UNA BUENA SELECCIÓN**

Cualquier tipo de aparato eléctrico cuya capacidad nominal que no rebase los 300 V.A. podrá ser desconectado por su propio medio de conexión y no requieren de un interruptor en particular y si por el contrario su medio de alimentación deberá de pertenecer a un sistema general de desconexión.

Todos los apagadores o interruptores que formen parte integral del equipo no constituyen el medio de desconexión al que nos referimos anteriormente y cualquier tipo de interruptor deberá indicar su posición de abierto o cerrado, siendo capaz de operar en la máxima corriente de sobrecarga de acuerdo a la capacidad para el cual fue diseñado.

La desconexión deberá de realizarse siempre en el conductor activo para el caso de los interruptores de 3 o 4 vías.

Todos los interruptores de estado sólido que operen sistemas de alumbrado o fuerza por debajo de los 600 V. deberán de pertenecer a un solo sistema de alimentación que controle su funcionamiento.

Todo el sistema de alimentación deberá readecuarse técnicamente ya que se deberán crear caminos fijos con terminales flexibles para la fácil y rápida alimentación por conjunto y así evitar cableados innecesarios que a pesar de requerir una alimentación propia no necesariamente debe provenir del centro de carga o tablero de nuestra instalación.

### **4.3 SISTEMAS DE ILUMINACION ARTIFICIAL Y NATURAL**

#### **4.3.1 ILUMINACION ELECTRICA**

Una buena iluminación implica una atención a varios elementos, tales como la clase de recinto o local y el efecto para el cual se requiere la iluminación, el luminario mas apropiado para el servicio, el efecto del color ( "CRI", índice de rendimiento de color ), y la reflexión de techos, paredes y pisos; la intensidad, distribución, difusión y color de la luz, el brillo intrínseco del luminario, así como el deslumbramiento y las sombras.

Una vez que se tomaron en cuenta los aspectos anteriores se procede a realizar un calculo inmediato sobre las curvas de iluminación que iluminaran nuestras áreas de trabajo por medio de cualquiera de los 2 métodos siguientes:

- Metodo de Lumen
- Metodo de punto por punto

El método de lúmen proporciona el nivel medio de luxes y el método punto por punto es un cálculo separado de la contribución de cada luminaria a la iluminación total, por lo general este método se utiliza principalmente para alumbrado público o con proyectores.

Los valores recomendados para las intensidades de iluminación deseables para una visión adecuada y fácil en las aulas, habitaciones, corredores, pisos, etc. se dan por la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación o en el Illuminating Engineering Society "I E S", Manual de alumbrado.

La tabla 4.3.1.1, expone para nuestro caso sólo algunos ejemplos de niveles luminosos recomendables según el área de trabajo, siendo necesario en algunos otros casos tomar en cuenta la densidad de carga por metro cuadrado suficientes para no rebasar límites óptimos.

Áreas de trabajo	Mínimo nivel luminoso ( luxes )	Áreas de trabajo	Mínimo nivel luminoso ( luxes )
Auditorios ( salas de reuniones, de asamblea, exposiciones, exhibidores, etc.)	150 a 300	Bancos ( áreas de trabajo, correspondencia y manejo de claves )	700 a 1500
Escuelas ( salas de dibujo y aulas en general )	1000	Tiendas ( interiores, y áreas de servicio en gral )	300 a 1000
Hospitales ( laboratorios, salas de emergencia, mesa de operaciones, urgencias, etc.)	1000 a 2000	Residencias ( salones de juego, salas, comedor, recamaras, cocinas, estancias etc.)	300 a 700
Oficinas ( salas de visita, corredores, áreas de contabilidad, etc.)	300 a 1500	Comercios ( aparadores, escaparates, mostradores, etc.)	1500 a 2500

TABLA 4.3.1.1

Existe una amplia variedad de luminarias para proporcionar luz en cada área específica, y su elección debe basarse en factores tales como:

- Área y tipo de local
- Brillo de la superficie, eficiencia y mantenimiento
- Color y reflexión de paredes, techos y pisos

La intensidad de luz debe de ser abundante para tener una visión clara. La distribución de luz debe ser tal que la iluminación sobre una parte dada del local o área de trabajo sea por lo menos casi uniforme. Excepto para los efectos de alumbrado especiales, el color de la luz aproximado al de la luz de día o el que tienda hacia el amarillo será en general el más satisfactorio.

Las fuentes de luz se deben colocar de tal modo que los rayos no pasen directamente al ojo y su brillo intrínseco no se reduzca por envolventes difusoras.

Asimismo los objetos capaces de altas reflexiones especulares se deben eliminar del alcance de la visión, el deslumbramiento, que es el resultado de brillo intenso en áreas concentradas dentro de la línea de visión directa, debe ser eliminado completamente.

Las sombras son necesarias para distinguir los contornos, pero tales sombras deben ser difusas y no demasiado abruptas o densas.

Concretamente el consumo de energía eléctrica en edificios representa una importante área de oportunidad para el ahorro.

El diseño de instalaciones eléctricas sin criterios luminotécnicos avanzados, la ausencia de normalización sobre eficiencia energética, la falta de observancia de las normas, el continuo crecimiento de carga en instalaciones existentes y la falta de mantenimiento adecuado son algunas de las causas del uso ineficiente de la energía eléctrica en inmuebles.

De acuerdo a lo anterior, todo nos hace pensar que detectando los principales problemas existentes en edificios, y además, integrando servicios de flexibilidad se podrá optimizar el funcionamiento de nuestro edificio, como se describió en un principio y readecuando en base a los datos que se puedan obtener mediante el análisis de los siguientes puntos, para conseguir el perfil de un "Edificio Inteligente".

#### **4.3.2 ILUMINACION NATURAL "BIOTECNOLOGIA LUMINOTECNICA"**

Desde el punto de vista Bioclimático, la respuesta de un edificio inteligente a las condiciones climáticas de un lugar está determinado por las características de tipología y criterios de diseño del proyecto arquitectónico, y de los materiales de construcción utilizados.

Las condiciones ambientales internas son el resultado de la interacción de varios factores climáticos con el edificio mismo, tales como la intensidad de la radiación solar absorbida por la envolvente de la construcción ( aberturas, cubiertas y muros ), que penetran al interior del espacio edificado; a las temperaturas de las superficies y del aire exterior; al movimiento de aire y al contenido de humedad del mismo, además de usuarios, equipos y sistemas generadores de calor no contemplados.

En el diseño de iluminación Natural, es necesario tener el conocimiento del tránsito solar, las condiciones atmosféricas, el diseño arquitectónico de la edificación, materiales y elementos de control , para aplicar con precisión el método de cálculo.

El empleo de la luz natural de acuerdo con la disponibilidad en cada momento permitirá en muchos centros de trabajo una sensible disminución del tiempo de utilización del alumbrado artificial, siempre que la situación del accionamiento de la instalación lo permita, en conjunto con controles modernos y la gran variedad de lámparas ahorradoras eficientes.

La rotación de la tierra sobre su propio eje, también como el sol producen un movimiento aparentemente continuo con respecto a cualquier punto de referencia sobre la superficie terrestre.

La posición del sol con respecto a cualquier punto de referencia en cualquier instante es usualmente expresada en términos de 2 ángulos:

- 1) La altitud solar.- ángulo vertical arriba del horizonte
- 2) El acinut solar.- usualmente tomado como el ángulo horizontal del sol debido a la línea sur

La iluminancia producida en una superficie exterior por el sol es influenciada por el ángulo de altitud del sol, la cantidad de niebla y polvo en la atmósfera y el ángulo incidente entre la luz solar y la superficie en que la luz cae.

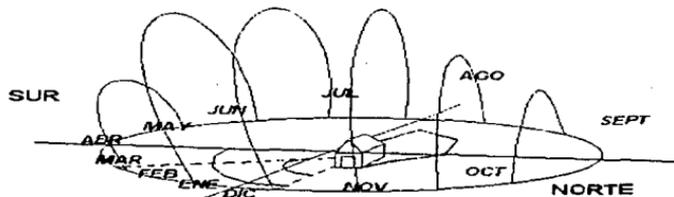


FIGURA 4.3.2.1

#### 4.3.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION

En el diseño de iluminación natural, es necesario tener el conocimiento del tránsito solar, para tener una concepción en la proyección y planeación de las áreas de trabajo que mejor puedan captarlo.

#### 4.3.2.3 CALCULO DE LA LUZ NATURAL

El procedimiento involucra:

- Determinación de la luz natural ( sol, cielo y luz terrestre ) incidente en las ventanas.
- El dibujo de luz que actualmente entra al espacio iluminado

- c) La distribución de flujo de luz dentro del espacio de trabajo
- d) La iluminancia producida sobre las superficies de interés.

Esta metodología nos hace pensar que nuestros ancestros no estaban equivocados al concebir sus edificaciones de una forma orientada a la salida del sol y como ellos podemos utilizar la energía que se encuentra a nuestro alcance, para nuestro propio bienestar ayudándonos de los adelantos tecnológicos de nuestro tiempo.

#### 4.4 EQUIPOS DE FUERZA

##### 4.4.1 MOTORES ELECTRICOS EFICIENTES

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores, ya que estos consumen el 60 % de la energía eléctrica y siempre hay uno adecuado a las necesidades de carga, ya sea por su tipo, condiciones ambientales de operación, condiciones de arranque, regulación de velocidad, tamaño o potencia.

Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia

¿. Que es la eficiencia de un motor ?

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es la relación que existe entre la potencia mecánica útil que entrega y la conversión de potencia eléctrica que toma de la línea. Se expresa usualmente en porciento mediante la siguiente relación:

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{POTENCIA MECANICA (HP)} \times 100}{\text{POTENCIA ELECTRICA ( W )}}$$

No toda la energía eléctrica que un motor recibe, se convierte en energía mecánica, por ejemplo:

Si un motor de 100 HP toma de la línea 87.76 kW:

Potencia mecánica	$100 \times 0.746$	74.6 kW
Efficiencia	$74.6 / 87.76 \times 100$	85 %
Pérdidas	$87.76 - 74.6$	13.16 kW

Es decir, el motor convierte el 85 % de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15 % en el proceso de conversión.

En términos prácticos, se gastan ( y se pagan ) inútilmente 15 centavos por cada peso que se utiliza para hacer funcionar el motor.

Emplear motores de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación, por ejemplo si el motor anterior se sustituyera por otro con una eficiencia del 90 % la Potencia ahorrada (PA) se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$PA = 746 \times HP \frac{100 - E_1}{E_2} ( W )$$

donde:

746 = Factor de conversión de HP a W

HP = Caballos de potencia

E<sub>1</sub> = Eficiencia del motor de menor rendimiento

E<sub>2</sub> = Eficiencia del motor de mayor rendimiento

PA = 4.87 kW

Supóngase que ambos motores trabajan 12 horas diarias, 5 días de la semana y 50 semanas por año, que equivalen a 3000 horas al año.

La energía ahorrada anualmente equivale a: 3000 h x 4.87 kW = 14.610 kWh

multiplicado éste dato por el costo de la tarifa que corresponda al servicio que se tenga obtenemos el ahorro monetario de :

14'610,000 Wh x 0,5 pesos = \$ 7'305,000.00 pesos ahorrados en un año.

Por otro lado debemos cuidar las reparaciones que se le hagan a nuestro equipo ya que un motor mal reparado gasta más energía, reduce su factor de potencia y por lo tanto disminuye su eficiencia

#### 4.4.2 MOTORES ELECTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad relativamente constante, su robustez y costo hasta cierto punto bajo, son los motores más usados y una de las principales causas de bajo factor de potencia en una instalación eléctrica.

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil y se puede dar en por unidad o en porcentaje siendo esta la relación que existe entre la potencia real o activa (kW) y la potencia aparente o total (kVA).

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}} \times 100$$

Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta la adecuada utilización del sistema eléctrico.

##### 4.4.2.1 RECOMENDACIONES

- Selección justa del tipo, potencia y velocidad de los motores que se instalan
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos
- Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal
- Evitar el trabajo prolongado en vacío de todo motor
- Reparación correcta y de alta calidad de los motores usados
- Aplicación de motores de alta eficiencia
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad.
- Usar arrancadores a tensión reducida

La corrección del bajo factor de potencia en una instalación es un buen negocio no solo por que se evitan las multas, sino por que permite que los equipos operen más eficientemente, reduciéndose así los costos por consumo de energía.

#### **4.4.3 POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGIA POR EL USO DE EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA.**

El uso de equipos de alta eficiencia en nuestro país es prácticamente nulo, el desconocimiento de la forma de operación de éstos equipos, así como el precio más elevado de éstos, dificulta su utilización en forma masiva.

Existen sin embargo diversas barreras que han impedido que el uso de éstos equipos se generalice y sea común en nuestra sociedad.

#### **4.4.4 BARRERAS QUE IMPIDEN EL USO GENERALIZADO DE EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA**

Carencia de información:

Tal vez sea ésta la barrera que más incide en las decisiones del consumidor para la adquisición de un equipo. En nuestro país existe un gran desconocimiento sobre las tecnologías de alta eficiencia que se comercializan, la forma en que funcionan, como seleccionarlas y quienes las distribuyen.

La manera de superar este escollo es a través de una mejor información, de una publicidad bien diseñada, de programas de demostración y mediante una normalización adecuada.

##### **4.4.4.1 COSTO INICIAL.**

El acceso limitado al capital, la costumbre de adquirir equipos con base en ciertas condiciones de costo inicial unido a la carencia de información hacen difícil la utilización de los recursos en los equipos que permiten el ahorro de energía eléctrica, aún cuando las inversiones se paguen en periodos cortos.

La solución es crear una cultura de eficiencia y de calidad, así como el establecimiento de esquemas de incentivos y financiamiento que hagan más atractiva y accesible la adquisición de los equipos.

#### 4.4.5 ANALISIS DE LA AFECTACION DE LA CARGA EN LA EFICIENCIA DE LOS MOTORES PARA UNA MEJOR DETERMINACION

Cuando se trata de determinar cual es el mejor motor de alta eficiencia para una tarea determinada, se deben considerar diversas características claves. Le conviene saber que el tipo de carga juega un papel importante para la selección de éste equipo.

Entre las características claves para la elección de motores de alta eficiencia se encuentran el correcto dimensionamiento del motor; el factor de servicio; el torque y el deslizamiento; el tiempo de operación; los componentes de la carga a mover y el factor de potencia.

##### 4.4.5.1 DIMENSIONAR EL MOTOR A LA CARGA MAXIMA

Los motores operan de manera más eficiente cuando se encuentran entre un 75 y un 100% de su carga nominal. Sin embargo aunque rara vez sucede, es necesario tener en cuenta que las eficiencias de placa son válidas para la operación a plena carga. Por ejemplo, un transportador de banda puede operar a plena carga por unos momentos, mientras que otras veces funciona parcialmente cargado o, inclusive, sin ninguna carga. También se da el caso de que exista una gran variedad de requerimientos de potencia y torque a lo largo del trabajo asignado al motor.

En este sentido conviene saber que un motor en vacío, en el que la caída de eficiencia suele ser significativa, a pesar de que demande sólo un 30% de sus KVA a plena carga, puede no encontrarse realizando ningún trabajo útil. Consecuentemente, toda la potencia consumida se desperdicia.

La mayoría de los fabricantes de motores proveen los valores de eficiencia a 25, 50 y 75% de carga.

La tabla 4.5.1.1 muestra los valores típicos.

VALORES TÍPICOS DE % DE EFICIENCIA

C.P.	½ CARGA	¾ CARGA	CARGA NOMINAL
1	79.6	82.3	82.5
2	80.7	83.6	84
5	88.5	88.7	87.5
10	91.1	90.7	89.5
15	91.3	92	89.6
20	92.6	92.7	91.7
25	92.9	93.2	93
30	93.3	93.6	93.6
40	94.7	94.5	93.7
50	95.1	94.8	94.1
100	95.2	95.4	95
200	96.4	96.7	96.5

TABLA 4.4.5.1.1

Las eficiencias de los motores resultan ser muy altas si se compararan las eficiencias de las otras partes mecánicas interconectadas que forman el sistema. Sin embargo, al motor se le culpa, equivocadamente, de ser el principal causante del despilfarro de energía eléctrica. Pero existen otros componentes del sistema de transmisión que deben revisarse para determinar la eficiencia global.

4.4.5.2 TOMAR EN CUENTA EL FACTOR DE SERVICIO

La mayoría de los motores eficientes tienen un factor de servicio de 1.15. Esto quiere decir que el motor puede operarse por periodos cortos, a 115% de su potencia de placa sin sobrecalentarse seriamente.

Más que seleccionar un motor sobredimensionado, es mejor asegurarse que se considera el factor de servicio para determinar si el motor es adecuado para manejar sobrecargas.

Debe considerarse que la eficiencia de un motor se reduce sustancialmente cuando éste opera a su máxima potencia, la cual corresponde a la carga calculada con el factor de servicio correspondiente.

Si un motor se opera bajo estas condiciones por un largo periodo, se dañará el aislamiento debido al exceso de calor generado. Además, la vida útil de los bateros disminuye y pueden provocar otras fallas mecánicas.

#### **4.4.5.3 DETERMINAR CON EXACTITUD EL TIEMPO DE OPERACION**

Puesto que los ahorros de energía eléctrica dependen directamente del número de horas que opera el motor a plena carga, resulta muy conveniente estar seguro, de dicha determinación. Asimismo, es poco recomendable adquirir un motor para aplicaciones esporádicas, aun tratándose de una sustitución.

#### **4.4.5.4 CONSIDERAR SIEMPRE EL FACTOR DE POTENCIA**

El factor de potencia es la relación que existe entre la potencia inductiva del motor (reactiva), y su potencia real. Esencialmente, la potencia reactiva es la potencia magnética que energiza al motor. De la misma forma, la potencia real o verdadera es aquella que se transforma de energía eléctrica a energía mecánica.

Cuando la potencia reactiva es alta, el factor de potencia es bajo, dando como resultado un incremento en la facturación.

#### **4.4.6 COMBINAR TODOS LOS FACTORES CLAVE PARA GARANTIZAR EL ÉXITO DE LA INVERSIÓN**

Es un hecho que para obtener el máximo beneficio de los motores de alta eficiencia, resulta indispensable verificar en detalle todos los aspectos de la aplicación y la instalación, asegurándose al mismo tiempo de que cada parte del sistema sea optimizado. Debe quedar claro, que el motor es solamente uno de los elementos, pero no puede hacerlo todo.

### **4.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EMERGENTE (TRANSFERENCIA DE ENERGÍA)**

Uno de los puntos donde debemos hacer énfasis por seguridad en la operación de los sistemas o laboral al proyectar una instalación eléctrica es la de observar que tan crítico se convierte el sistema al quedarse sin suministro eléctrico y de que tiempo se requerirá para hacer el restablecimiento, todo de acuerdo con las necesidades de operación en nuestro edificio inteligente para conservar o no información en los sistemas.

La primera posibilidad de prever esta situación es la de incorporar una planta eléctrica de emergencia que como su nombre lo indica se utiliza en casos donde es indispensable afrontar condiciones de falla y peligro.

Este tipo de plantas esta diseñada para operar durante periodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energia eléctrica se hace cargo de la demanda normal y solamente, al fallar ésta, se requiere de un sustituto para cargas prioritarias, teniendo un arranque de operacion de entre 5 y 10 segundos, no asi las unidades de suministro de energia ininterrumpibles que operan en menos de 1 segundo evitando pérdidas de información en sistemas criticos de programación.

Por último se incluye a manera de recomendación que la potencia que se necesita de una planta electrica deberá de satisfacer la suma de las cargas totales, mas la correspondiente al arranque de motores (dependiendo del tipo de arrancador).

La transferencia de los circuitos prioritarios desde una fuente normal hasta una fuente alternativa o de emergencia, se realiza mediante un elemento esencial: El interruptor de transferencia.

Existen 2 posibles tipos de control de transferencia de energia:

- 1 . Manual.
- 2 . Automática.

En el manual se requiere de la intervencion de un operario y por lo tanto la duracion de la transferencia de la fuente normal a la fuente alternativa depende de este último, mientras que la transferencia en el sistema automatico puede hacerse desde el sistema principal de operacion computarizado que debe controlar y asegurar la continuidad del servicio en menos de 1 segundo.

La unidad de Transferencia de energia está equipada con interruptores, con el objeto de ofrecer la óptima seguridad en la operacion, lo que representa una función esencial para el dispositivo del cual depende la continuidad del servicio de los circuitos prioritarios en una red eléctrica.

#### 4.5.1 GENERALIDADES SOBRE PLANTAS DE EMERGENCIA

Entendamos como planta de emergencia a toda aquella máquina que proporciona energia eléctrica de ciertas características mediante un generador impulsado por un motor primo que transforma cierto energetico en potencia mecanica y su costo de generacion depende del costo del combustible o vapor que consume, haciendo necesario el balance economico entre condiciones, funcionalidad y costos para su eleccion.

El siguiente procedimiento tiene como objetivo proporcionar un método para elegir la más adecuada capacidad y en consecuencia la menos cara de una planta generadora que tenga capacidad para arrancar y operar las cargas de emergencia.

#### 4.5.1.1 PROCEDIMIENTO

Antes de proceder a la selección del generador es necesario recopilar la información de la carga que se va a alimentar y su ciclo de carga lo más cercano a la realidad, con el fin de estar seguros de que la capacidad que se elija sea suficiente pero no sobrada en exceso.

Recopilar los siguientes datos ( si hay varios motores se especifican para cada motor )

- Potencia del motor en HP
- Letra de código del motor
- Número de fases
- Voltajes de trabajo
- kVA kW a rotor bloqueado y de aceleración
- kVA y kW nominales

La planta generadora seleccionada deberá ser capaz de proporcionar la carga máxima durante el arranque de cada motor y la carga continua cuando todos los motores estén trabajando.

#### 4.5.2 SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUMPIBLES ( U P S )

Los sistemas U P S protegen el suministro de energía de las cargas críticas mediante la provisión de fuerza de respaldo para emergencia, por un periodo mínimo especificado cuando el suministro de corriente es interrumpido.

Un sistema UPS consiste generalmente, de un cargador rectificador de estado sólido, un inversor estático con controles internos, equipo de sincronización, dispositivos de protección y una batería de acumuladores tipo industrial como fuente de energía de respaldo.

La sección del cargador rectificador del módulo UPS, recibe corriente alterna trifásica de distribución a la entrada y la convierte en C D regulada, pasando por el inversor para que éste finalmente entregue C A a la carga, eliminando así la posibilidad de transitorios a la salida.

En el caso de que el suministro comercial fallara, la carga continuará energizada por el inversor desde la batería, hasta que esta se descargue al punto de bajo voltaje de C.D. momento en el cual se interrumpe automáticamente el UPS.

Si el suministro de la entrada se reestablece antes de que el UPS se interrumpa, el cargador arranca automáticamente y recarga la batería mientras continúa la carga crítica para ser alimentada por el inversor.

Si el UPS se sale del circuito debido a la falla, el interruptor estático transferirá la carga crítica desde el inversor hasta la fuente alterna.

En este caso es necesario reparar y rearrancar manualmente al UPS, antes de transferir la carga eléctrica al inversor.

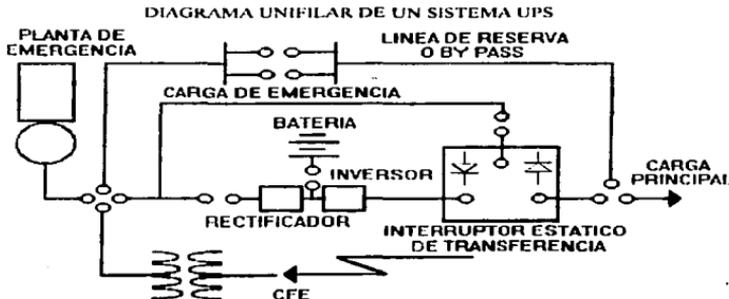


FIGURA 4.5.2.1

#### 4.5.2.1 ESPECIFICACIONES DE UN UPS

Existen diferentes modelos comerciales, en diferentes capacidades y tiempos de respaldo, en general cuentan con las mismas funciones básicas y la especificación del diseño depende de las características de la carga a proteger.

Para el uso de nuestro UPS deberemos tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- Capacidad del UPS en kVA
- Facilidad de aumento de la capacidad on-site (una vez instalado)
- Alta eficiencia del equipo, garantía y disponibilidad de refacciones en el mercado
- Indicación de potencias de entrada y salida ( en kW o kVA )
- Es recomendable que cuenten con un sistema de puente para dar mantenimiento
- Si la prioridad de la carga lo amerita, contar además con microprocesadores
- Batería e interruptor de la misma itegrados
- Peso y dimensiones
- Requerimientos en su instalación ( ambientales y de resistencia de piso )
- Parámetros eléctricos de alimentación
- Regulación en la salida
- Tolerancia en la regulación de entrada y variación de la frecuencia
- Factor de potencia
- Instalación de protecciones
- Tiempo de incremento de 0 a 100 %a de la corriente a plena carga
- Capacidad de sobrecarga ( continua y momentanea )
- Especificaciones del inversor ( voltajes máximo y mínimo de operación )
- Especificaciones del banco de baterías
- Equipo de señalización, medición y alarmas.
- Nivel de ruido producido

## 4.6 BANCO DE CAPACITORES AUTOMATICOS

Uno de los elementos que nos ayudan a evitar el bajo factor de potencia es el capacitor, ya que éste lo corrige evitando una demanda excesiva de potencia reactiva creada principalmente por motores y transformadores.

Los capacitores se agrupan en unidades o bancos fijos o desconectables y se instalan en paralelo con las cargas inductivas, para compensar la potencia reactiva requerida por éstas.

La operación automática se realiza a través de equipos de control, sensibles a magnitudes como voltaje, corriente, potencia reactiva demandada, etc., y para la conexión de los capacitores, se emplean equipos electromecánicos, como los contactores magnéticos, y más recientemente dispositivos de estado sólido.

Comercialmente se encuentran en diversos rangos; por ejemplo en baja tensión en 240 y 480V, en unidades de 5 a 120 KVAR; y en alta tensión de 2.4 a 20 KV, en unidades de 30 a 360 KVAR y aún mayores.

### 4.6.1 RECOMENDACIONES

Dentro de las especificaciones de seguridad se recomienda que antes de conectar el capacitor por primera vez a la red se cortocircuiten sus terminales, que su gabinete se encuentre aterrizado y si existe la necesidad de desconectarlo nuevamente de la red se haga una espera de 2 minutos y luego se cortocircuite al elemento como se indicó anteriormente.

En cuanto a generalidades que justifiquen su uso tenemos:

- La instalación de bancos automáticos mejora el control de los T.P's
- Regula el voltaje y se consiguen mejoras en cuanto a F.P. se refiere
- Esta clase de equipo es más costable y prácticamente no necesita de mantenimiento, mas que revisar periódicamente que estén conectados y funcionando de acuerdo a sus datos de placa

## 4.7 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA BAJO UN CRITERIO LUMINOTECNICO AVANZADO

Dentro de todos los aspectos mencionados anteriormente cabe hacer la observación de seguir con un análisis de todos los elementos que contenga nuestro inmueble en estudio, ya que reconocer los puntos de importancia no implica la mejor solución, ahora hay que adecuarlos a la operatividad del sistema involucrado.

Es ahora cuando se harán las recomendaciones pertinentes partiendo de un edificio en operación para obtener beneficios debidos al ahorro de energía eléctrica

Dentro de los primeros puntos que atacaremos en un edificio en operación para dotarlo de cierto grado de inteligencia, será el de verificar tanto su tarifa contratada como su penalización de carga en caso de existir, para comenzar con un criterio de alimentación correcta al inmueble.

A continuación haremos notar los principales puntos donde potencialmente se pierde energía por efectos inductivos, caloríficos ( Joule ) o simplemente mala utilización, dando la recomendación pertinente para cada caso en particular.

- **Transformadores sobredimensionados**

Esto provoca que se trabaje con bajo factor de potencia y baja eficiencia, el rango óptimo de carga para transformadores es variable, pero generalmente se encuentra entre 50 y 70% de plena carga.

**RECOMENDACION:** Instalar un banco de capacitores automático e implementar un programa completo de mantenimiento y Sustituir el equipo.

- **Transformadores permanentemente conectados**

En ciertas instalaciones el consumo a determinadas horas cae casi a cero, haciendo que el transformador trabaje prácticamente en vacío, en estas condiciones la eficiencia es cero y el factor de potencia es bajo

**RECOMENDACION:** Administrar su operación mediante el sistema automático de control, programando cargas prioritarias y readeclar los tiempos de operación para evitar picos en la demanda.

- **Tableros con puntos calientes y circuitos compartidos**

La falta de mantenimiento provoca malos aprietes que se convierten en puntos calientes y desperdicio de energía, así como la incorrecta selección de cables e interruptores. Otro problema es encontrar circuitos compartidos para sistemas de fuerza y alumbrado, dificultando e imposibilitando el monitoreo por medio de nuestro sistema inteligente.

**RECOMENDACION:** Implantar un programa de mantenimiento completo, readecuar la instalación eléctrica o rediseñar en el caso de ser insuficiente o peligroso un seccionamiento que permita y facilite la operación de nuestro equipo inteligente.

- **Sistemas de Tierra defectuoso**

Este problema interfiere con el funcionamiento correcto del equipo de protección, en el encendido confiable de lámparas fluorescentes, en los equipos de cómputo y en los dispositivos de estado sólido en general (balastos electrónicos, sensores de presencia, controladores, etc.).

**RECOMENDACION:** Revisar o instalar en su caso un sistema de puesta a tierra para el inmueble, por medio de un electrodo de acuerdo a las especificaciones señaladas por la norma NOM-001 SEMP relativa a instalaciones eléctricas.

- **Factor de Potencia**

Aunque los sistemas de iluminación generalmente no producen bajo F.P., la instalación en conjunto sí puede padecerlo, además obviamente del equipo de fuerza que es el principal consumidor de potencia reactiva.

**RECOMENDACION:** Corregir el F.P., mediante celdas capacitivas y monitorear el sistema mediante el equipo automático

- **Seccionamiento deficiente de circuitos**

Es común encontrar áreas muy grandes con un número muy reducido de circuitos, esto provoca una falta de control sobre la iluminación de áreas específicas o por el contrario calentando imperante que solo aumenta la posibilidad de una falla, con el consiguiente desperdicio de energía.

**RECOMENDACION:** Realizar un análisis de operaciones y necesidades de iluminación en el área y programar su alimentación desde el equipo inteligente maestro, haciendo seccionamientos para alimentar y operar manualmente solo aquellos lugares de uso particular.

- **Regulación de Tensión**

Las fluctuaciones de tensión tienen siempre un efecto negativo en las cargas de cualquier tipo. Legalmente, en México la regulación puede variar  $\pm 10\%$  con respecto a la nominal, pero no es extraño encontrar variaciones de 12 y hasta 15% en algunos casos. En lámparas incandescentes un aumento de 10% en la tensión provoca un incremento del 21% en el consumo y 70% de reducción de vida, teniendo solo como dato en menor porcentaje casi el mismo agravio para los demás sistemas de iluminación.

**RECOMENDACION:** Incluir todo el equipo al sistema inteligente para que monitoree y haga la regulación correspondiente, en caso de no contar con el sistema, instalar reguladores en los equipos que más lo requieran.

- **Balastos de baja eficiencia u ociosos**

Por una errónea política de compra por parte de contratistas y usuarios basada exclusivamente en el precio, el mercado nacional se encuentra inundado por balastos fluorescentes de altas pérdidas, mal llamados de baja energía.

Estos balastos representan 80% del mercado Nacional y tienen un factor de eficacia del balastro 12% menor que los balastos normales, 27% menor que los balastos electromagnéticos ahorradores y 42% menor que los electrónicos, aun en condiciones óptimas trabajan a las temperaturas máximas permitidas por norma, con la consiguiente disminución de vida y eficiencia y por demás no cuenta con un termoprotector. Por otro lado, se encuentran aquellas lámparas quemadas que no han sido sustituidas, dejando en operación los balastos que pueden tomar entre 6 y 12 Watts de su potencia nominal en circuito abierto.

**RECOMENDACION:** Implementar un programa de mantenimiento completo y Sustituir el equipo, por balastos ahorradores de energía de estado sólido.

- **Incompatibilidad de equipos**

El uso de lámparas ahorradoras con balastos normales provoca sobrecalentamiento en el balastro y reducción de vida de la lámpara; El uso de balastos de altas pérdidas o línea económica con lámparas ahorradoras causa interchillumbre en el arranque y la adición de dispositivos que se intercalan en el circuito del balastro económico para limitar la corriente en la lámpara ahorradora es la peor combinación posible.

**RECOMENDACION:** Comprender el concepto ahorro, no necesariamente debe ser de acción inmediata : "A mayor inversión, mayor eficiencia"

- Sistema fluorescente de encendido instantáneo

Este tipo de equipo presenta claras desventajas, ya que si se les compara con los de encendido rápido (Bipin o ER), los balastos son 25% más caros, 37% más pesados, 65% más voluminosos, 23% menos eficientes, 55% menos de vida útil, producen más ruido y a pesar de todo esto son de mayor preferencia debido a la falta de equipo de buena calidad Nacional en este rango.

**RECOMENDACION:** El problema se encuentra en las bases para este tipo de lámparas de encendido rápido, entonces la solución por el momento es importar ésta parte.

- Acabado de las lámparas fluorescentes

La eficiencia de las lámparas depende entre otras cosas del color ( "CRI", índice de rendimiento de color ) y de su mantenimiento.

**RECOMENDACION:** Se deben preferir los acabados de mayor eficacia, respetando siempre las recomendaciones que relacionan la tarea visual, con la iluminancia y temperatura del color.

- Mezcla de lámparas con diferente temperatura de color

A causa de los problemas de disponibilidad en el mercado, de stock y a veces de falta de cuidado por parte del personal de mantenimiento, es común encontrar áreas con lámparas fluorescentes de 2 y hasta 3 temperaturas de color diferentes.

**RECOMENDACION:** Sustituir el equipo equivocado y disponer del mejor ambiente que proporcione mayor confort y estética.

- Uso y abuso de lámparas incandescentes

El costo y costumbrismo tradicional, es el principal problema que debe afrontar el avance tecnológico, ya que por lo menos el 80% de cada lugar, que requiere energía eléctrica, usa lámparas incandescentes, existiendo ya mejores opciones.

**RECOMENDACION:** Sustituir el equipo por compacto fluorescentes para iluminación general a baja altura de montaje o por lámparas de LED, de baja potencia para alturas medias, optando por otro tipo de lámparas para mayores alturas o áreas a iluminar.

- **Luminarios ineficientes**

Debido a lo obsoletas que ya son algunas normas nacionales y a la falta de observancia de las que están vigentes, existe una enorme diversidad de luminarios para lámparas fluorescentes que no cumplen con los requisitos mínimos de calidad.

**RECOMENDACION:** Seleccionar a criterio aquellos que por lo menos cumplan con las siguientes características fotométricas y mecánicas: alta reflectancia, espesor de lámina, razonable rigidez, dimensiones regulares y diseño óptico eficiente entre otras.

- **Instalación defectuosa de luminarios**

La instalación defectuosa contribuye a producir ruido, incertidumbre en el arranque y calentamiento anormal de lámparas y balastos.

**RECOMENDACION:** Mejorar la adherencia de éstos elementos para facilitar su eficiencia y que así no rebasen su punto de óptima temperatura de trabajo.

- **Bajo aprovechamiento de la luz natural**

El óptimo aprovechamiento de éste recurso se ha vuelto una necesidad en nuestros días tanto así, que un ejemplo palpable es el cambio de horario de verano en México.

**RECOMENDACION:** El uso de la Biotecnología en iluminación es una de la mejores opciones de vida a futuro.

## **4.8 AUTOMATIZACION Y CONTROL**

Una de las principales componentes que hace más flexible al edificio inteligente es la capacidad que el equipo automática pueda proporcionar tanto al administrador como al usuario mismo, sin que este último a pesar de ser un elemento propio del edificio como sistema, no interactue directamente con el mismo sino hasta después de haberse programado el modo de operación que regirá su funcionalidad, administración, control y seguridad.

Creando una vez adentro, un ambiente que cambiará la forma de pensar y actuar, al encontrarse con una cultura vanguardista que pretenderá concientizar al individuo, en cuestión de ahorro y uso eficiente de la energía, encontrando a cambio ventajas que harán más competitiva su empresa, como: alta productividad, optimización de espacios en armonía con la naturaleza, máxima administración, multiplicidad informática; interna y externa, sincronización operativa, en todos los niveles, reducción de costos en función de gastos futuros, calidad de vida y ahorro de la energía entre muchas otras.

#### **4.8.1 CONTROLADORES Y MONITOREO DE LA ENERGIA ELECTRICA**

Un controlador de demanda es aquel sistema que nos facilita la operación automática de aquel equipo que requiere suministro de energía programado bajo características para la carga de tiempos mínimos de encendido, apagado, atenuación, arranque, reestablecimiento, etc.

Monitorar la energía eléctrica nos ayudará a evitar multas, detectar bajo F.P., localizar picos o pérdidas en la instalación, reducir costos de mantenimiento, incrementar la utilización y confiabilidad del equipo ampliando su vida útil localizar áreas con problemas, pronosticar necesidades y prevenir interrupciones de alimentación.

El objetivo administrativo que buscamos con la siguiente recomendación es la de tener una administración y control múltiple interno que este controlado desde un centro maestro de control modular dentro del edificio, haciendo de la introducción de un sistema de control moderno una inversión reducilable.

Un control automático de cargas, se aplica con la finalidad de reducir el consumo y la demanda de la energía eléctrica, encargándose de manejar las cargas eléctricas de nuestro edificio encendiéndolas y apagándolas conforme a un programa previamente definido.

Nuestro sistema medirá la demanda en cada momento y vigilará que no exceda un cierto nivel que hemos previamente designado, llevando a cabo el apagado y encendido automático para las cargas no prioritarias en los periodos de punta.

La elección del sistema de control de demanda estará determinado por las características del sistema en el cual se aplique su uso.

Finalmente se clasifican y programan las cargas de acuerdo a la importancia que tienen dentro de la operación de nuestro edificio inteligente.

##### **4.8.1.1 CLASIFICACION DE CARGAS**

###### **Cargas de apagado continuo**

Son las cargas menos importantes dentro de la operación del edificio y pueden permanecer apagadas durante todo el tiempo que dure el periodo de punta sin causar problemas a la operación del edificio, siendo éstas las primeras cargas que el programa apagara y las últimas en reestablecer.

#### Cargas Rotativas

Son cargas más importantes y sólo serán apagadas si el pico de demanda persiste después de que han sido apagadas todas las cargas de apagado continuo y serán restablecidas alternativamente manteniendo la demanda por debajo del punto de ajuste y respetando los tiempos de apagado y encendido mínimo que se asignen a cada carga.

#### Cargas de último recurso

Son las cargas más importantes, y se apagarán solamente si el período de punta persistiese después de que hubiesen sido apagadas las cargas de uso continuo y las rotativas, además de ser las primeras en restablecerse.

### 4.8.2 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO A INSTALAR

Nuestro equipo a instalar deberá tener como mínimo los siguientes elementos para estar dentro del rango de confiabilidad que necesitamos para alcanzar un nivel de inteligencia aceptable, tal como lo muestra la figura 4.8.2.1:

#### GAMA DE PRODUCTOS DE CONTROL PARA EDIFICIOS INTELIGENTES

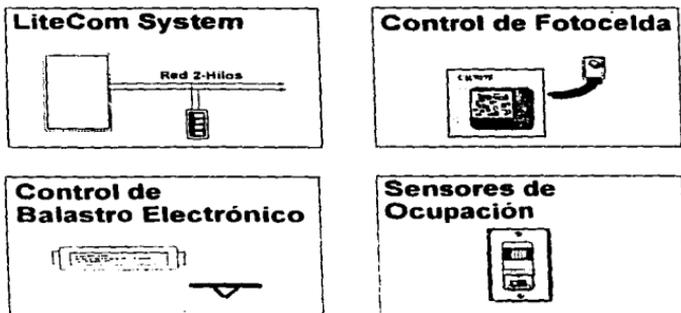


FIGURA 4.8.2.1

El sistema LiteCom será nuestro ejemplo a seguir de un sistema de control de bajo voltaje que proporciona control de encendido/apagado (On/Off), atenuación y temporizado para aplicaciones comerciales y residenciales, interconectando todos los componentes a una red de 2 hilos ( bus de señal ), bajo las siguientes especificaciones como se ejemplifica en los siguientes puntos.

- Control central de áreas individuales, zonas o todas las luces desde una localidad central (estaciones de vigilantes o administración) incluyendo retroalimentación efectiva de estatus On/Off.
- Control de horario adicional temporal y limitado de zonas de ocupación por necesidades eventuales.
- Separación sencilla de áreas grandes en zonas pequeñas con un control mas eficiente (tales como oficinas individuales).
- Control de Motores (Cortinas, Puertas de Acceso, etc).
- Interfasar con los sistemas de seguridad, lo que puede incluir: control horario, si se detecta acceso no autorizado encendido de todas las luces, habilitación de uso de áreas específicas, etc..
- Todas las luces encendidas y el Aire Acondicionado apagado cuando se reciba una señal de alarma de incendio.

Existen básicamente 2 funciones en cuanto a control de iluminación se refiere ( On-Off y atenuación ); Para desarrollar automáticamente cualquier función, un relevador debe de ser insertado entre el centro de carga y la carga. Interruptores o interfases a otros controles, los cuales son conectados al Bus de Señal que se encuentra en toda la instalación, controlando al relevador y por consiguiente la carga, como se muestra en la figura 4.8.2.2

LiteCom interfasa al mundo exterior via la cerradura de un contacto seco que esta disponible en la mayoría de los sensores de ocupación, temporizadores, fotoceldas, Sistemas de Automatización de edificios inteligentes, etc

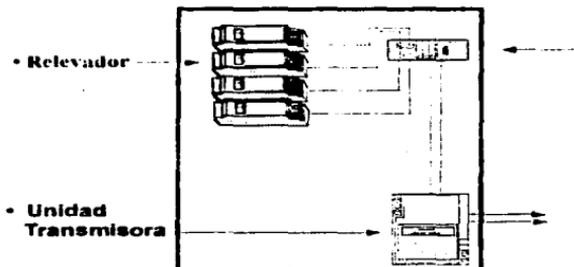


FIGURA 4.8.2.2

#### 4.8.3 DIRECCIONAMIENTO Y PROGRAMACION

Cada dispositivo debe tener un identificador único (direccionamiento) para que le sea posible comunicarse en la red, siendo solamente posibles de programar las siguientes direcciones/funciones.

INDIVIDUAL DIMMER	GRUPO PATRON
----------------------	-----------------

##### 4.8.3.1 PROGRAMACION PARA UN CONTROL INDIVIDUAL

A todo dispositivo de salida, excepto unidades de atenuación (Dimmer), se le debe asignar una dirección individual.

Cualquier dispositivo de entrada que tenga una dirección similar a la de un dispositivo de salida comandará a este con un control ON OFF, siendo además, posible asignarles funciones de tiempo ON- TIMER u OFF-DELAY.

El número de dispositivos de entrada individual con la misma dirección es ilimitado, el número de dispositivos de salida con la misma dirección pueden ser de hasta 8 dispositivos.

La capacidad de un Bus de LiteCom es de hasta 256 Direcciones Individuales.

#### **4.8.3.2 PROGRAMACION PARA UN CONTROL DE GRUPO**

Cualquier Entrada de Contacto Seco o Interruptor de Pared puede ser configurado como Control de Grupo, además de que éste puede contener cualquier cantidad de Salidas Individuales y de Atenuación dentro del sistema.

El control de Grupo comanda todas las cargas dentro del mismo para control ON/OFF.

El Control de Grupo permite funciones de tiempo ON-TIMER u OFF-DELAY sobre el mismo, el cual es independiente a la misma función sobre las Direcciones Individuales dentro del mismo, las cuales continúan activas.

Se pueden programar hasta 127 Grupos dentro de un Bus de LiteCom.

#### **4.8.3.3 PROGRAMACION PARA UN CONTROL DE PATRON**

Cualquier Entrada de Contacto Seco o Interruptor de Pared puede ser configurado como Control de Patrón y éste puede contener cualquier cantidad de salidas individuales y de atenuación dentro del sistema.

El control de Patrón comanda un arreglo específico de iluminación, incluyendo porcentaje de atenuación, esto es, determinadas cargas ON, otras OFF y las salidas de Atenuación en el porcentaje establecido por el programador.

El Control de Patrón no permite funciones de tiempo, sin embargo las funciones de tiempo programadas en las Salidas Individuales dentro del mismo continúan activas, pudiéndose programar hasta 72 Patrones en un Bus de LiteCom.

#### **4.8.3.4 PROGRAMACION PARA UN CONTROL DE ATENUACION**

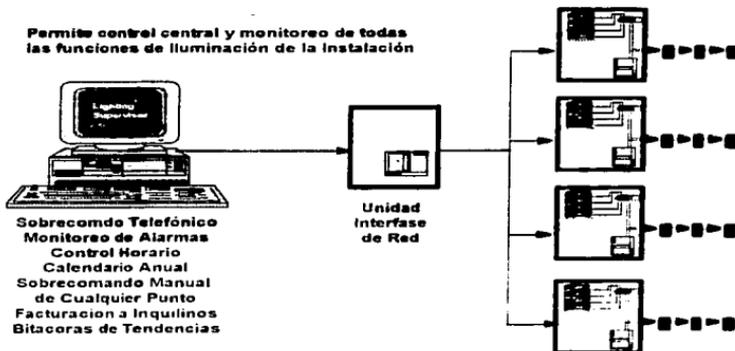
El control de Atenuación permite controlar en forma proporcional luminarios incandescentes y comanda la Unidad de Control de Atenuación desde menos del 10 al 100 por ciento de potencia de salida en 128 pasos incrementales.

El Interruptor de Atenuación A los Interruptores de Atenuación es posible asignarle funciones de tiempo ON-TIMER u OFF-DELAY y la capacidad de un Bus de LiteCom es de hasta 16 Direcciones de Atenuación

Existen tres tipos de dispositivos en un típico  
Sistema LiteCom



FIGURA 4.8.3

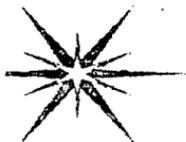


La figura 4.8.3 muestra finalmente la arquitectura completa con los dispositivos y elementos de interconectividad propia del sistema de control que deben existir en todo edificio inteligente.

#### **4.8.4 COSTOS DE RECUPERACION**

Si tomamos con filosofía que a mayores inversiones, mayores ahorros, podemos hacer un análisis comparativo e inmediato de costos de mantenimiento y servicios contra la rentabilidad que nos proporciona el equipo, observando que el equipo que recomendamos puede tener un costo por hablar de números de entre 100 y 200 millones de pesos, creando ahorros mensuales de entre 8 y 12 millones de pesos, obviamente para empresas con requerimientos eléctricos importantes.

De lo anterior podemos concluir que nuestro sistema tiene un factor de costo recuperable de 1.2 años, contra gastos mensuales antes mencionados no recuperables.



# CAPITULO 5

---

- 5 RECOMENDACIONES PARA LA ADMINISTRACION DE LA ENERGIA
  - 5.1 DIAGNOSTICO ENERGETICO
  - 5.2 NIVELES O GRADOS DE LOS DIAGNOSTICOS
  - 5.3 METODOLOGIA PARA LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS
  - 5.4 ADMINISTRACION DE LA ENERGIA
  - 5.5 ADMINISTRACION DE LA DEMANDA

## 5 RECOMENDACIONES PARA LA ADMINISTRACION DE LA ENERGIA

La relación entre el equipo de diseño y el futuro usuario del edificio es una cuestión crítica en el entorno de los edificios inteligentes. El éxito o fracaso del proyecto en su conjunto vendrá determinado por la adaptación que se consiga entre el edificio y la organización que lo explota, pues ya se ha destacado que un edificio inteligente debe considerarse como una herramienta estratégica para la empresa, y no un mero cobijo de sus actividades.

Por lo tanto, la correcta interpretación de las necesidades del usuario y la búsqueda de una solución para cada caso debe de ser uno de los objetivos a no perder de vista en todo el proceso. En consecuencia, se concluye que la incorporación del usuario al proceso de diseño es una cuestión importante, que debe producirse en los estudios iniciales del proceso.

En este sentido, algunos profesionales del sector señalan que el usuario es el "rey", puesto que la satisfacción de sus necesidades es la premisa sobre la que se planifica y diseña todo el edificio.

La primera de las etapas a desarrollar en el proceso de diseño de un edificio inteligente es la realización de varios estudios previos y de viabilidad, entre otros debe incluirse la conveniencia objetiva de incorporar elementos inteligentes en el edificio, así como los requisitos impuestos a éstos.

Al mismo tiempo, un estudio de las características organizativas de la empresa debe definir la cultura empresarial, la importancia de las relaciones formales e informales entre departamentos y personal, las necesidades de espacio y comunicación, etc.

Puede afirmarse que las líneas maestras de como debe ser el edificio para responder a las necesidades de la organización, y como éstas quedan resueltas a través de la inteligencia propia del edificio, deben definirse a través de los datos ya disponibles de la empresa.

Por lo tanto el documento que recoge la filosofía del proyecto y la orientación que se le requiere dar ( PLAN FUNCIONAL O PROGRAMA DEL EDIFICIO ), debe realizarse de forma concienzuda, para que todas las implicaciones derivadas de los objetivos de la empresa y de la inteligencia buscada se conozcan, en sus rasgos principales, desde el momento de empezar a buscar soluciones de arquitectura e ingeniería para el edificio.

La elevada interrelación entre todos los componentes del edificio requiere que su diseño se lleve a cabo de una forma conjunta entre los diferentes expertos.

Las soluciones propuestas por cada experto en su ámbito deben ser debatidas en común y considerar las consecuencias en otros campos, incluyendo el económico.

Es conveniente hacer una consideración sistemática y exhaustiva de todas las soluciones y sus implicaciones, para asegurar que el diseño que se obtiene es óptimo.

El trabajo en equipo es pues necesario para alcanzar un diseño óptimo en un edificio inteligente y las implicaciones derivadas de no considerar como fundamental esta premisa son múltiples.

La desdada integración de los diferentes sistemas que lo componen puede no ser conseguida ni a nivel lógico (integración de señales de las distintas instalaciones), ni a nivel funcional (no alcanzar prestaciones avanzadas), ni a nivel físico (espacios mal diseñados que plantean numerosos problemas en la distribución de los equipos).

Algunas de estas deficiencias pueden subsanarse antes de la puesta en marcha a costa de un incremento importante en el volumen de inversión inicial.

Otras deficiencias no tienen solución, y pueden obligar a realizar costosos trabajos de adaptación cuando alguna modificación sea necesaria.

Por otro lado, la complejidad propia de los temas informáticos y de telecomunicaciones, la creciente importancia que han adquirido en la empresa, y las implicaciones de orden legal que en la actualidad lo envuelven, justifican un tratamiento por parte de un especialista con la experiencia y el conocimiento suficiente de este mercado.

De forma similar al caso anterior, los sistemas de control del edificio deben diseñarse de forma integrada, por lo menos a nivel lógico. Esta característica proporciona prestaciones avanzadas al área de automatización del edificio y es en la actualidad difícil debido a los problemas de compatibilidad entre los diferentes equipos que forman el sistema (climatización, incendios, acceso, control de presencia, seguridad, iluminación, etc.)

Es por este motivo que la utilización de los servicios de un profesional independiente para ayudar a diseñar éstos sistemas proporciona varias ventajas: experiencia, conocimiento del mercado e independencia.

Esta función conocida como integrados de sistemas, se ha desarrollado en algunos países europeos, y puede acabar consolidándose en México.

Uno de los problemas con los que se encuentra el método tradicional de desarrollo de un proyecto al aplicarlo a un edificio inteligente, es la consideración única de los costos de inversión iniciales, y el no tener en cuenta los costos de administración y mantenimiento del edificio (costos de explotación).

La inteligencia del edificio puede resultar un sobre costo inicial, pero presenta ahorros durante la vida del mismo que reducen o compensan esa diferencia en el transcurso de la vida útil del mismo, poniendo de manifiesto los logros en cuanto al ahorro y uso eficiente de la energía.

Por lo tanto, es necesario, en el diseño de los edificios inteligentes, considerar el concepto de costo del ciclo de vida de los diferentes componentes del edificio.

El costo del ciclo de vida (CCV) es un método para calcular el costo total de un producto, o de un activo, a lo largo de toda su vida útil. Los costos iniciales y todos los costos posteriores deben incluirse en los cálculos, así como el valor residual y otros beneficios cuantificables que se puedan derivar.

La técnica del CCV se justifica cuando se debe tomar una decisión sobre un activo que requiere costos de operación y mantenimiento sustanciales, a lo largo de su vida.

El costo del ciclo de vida no debe considerarse siempre, sino en aquellos casos en los que los ahorros que se pueden obtener justifican su aplicación.

Cuatro factores ayudan a identificar esta oportunidad:

- **Uso intensivo de energía.** El CCV debe usarse cuando el consumo o costo energético del activo comprado se prevé importante a lo largo de su vida.
- **Larga vida útil.** Aquellos activos con largas vidas útiles, el resto de costos, al margen del de compra, adquieren importancia relevante. En el caso de corta vida, el costo de compra es el más importante.
- **Eficiencia.** Si la eficiencia de la operación y mantenimiento del objeto comprado tienen una gran influencia sobre los costos totales en los que participa, el CCV es una técnica mejor, pues incluye éstos últimos en el cálculo.
- **Costos de inversión.** Como una norma general, cuanto mayor es la inversión a realizar más importancia tiene la aplicación de los costos del ciclo de vida.

## 5.1 DIAGNOSTICO ENERGETICO

Para realizar las recomendaciones para la administración y uso eficiente de la energía eléctrica es necesario conocer el actual uso de la misma y para ello lo determinaremos mediante Diagnósticos Energéticos, consideraciones de tipo funcional, administrativas y de mantenimiento.

Un diagnóstico energético es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con el que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro de Energía, ya que determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar : cuánta, cómo, donde y por qué es desperdiciada, mediante un análisis histórico del consumo de energía.

Con base en éste estudio, se fijarán los objetivos y metas a seguir en función de los potenciales de ahorro aplicados y se investigaran las diversas alternativas para alcanzarlos.

Los diagnósticos energéticos son una excelente herramienta para promover el uso racional de la energía ya que muestran las ventajas de prácticas de ahorro y además de tener un importante efecto multiplicador, dentro de los objetivos que se pretenden alcanzar encontramos las siguientes referencias:

- Dar a conocer el ahorro potencial de energía que puede tener el inmueble
  - Evidenciar las áreas de oportunidad para diseñar y aplicar un sistema integral para hacer un uso racional de la energía eléctrica y determinar medidas para ahorrar energía, estimando la viabilidad de su estimación, sus costos, plazos e índices.
  - Elaborar planes y metas de ahorro para los próximos años y proponer organización y acciones de capacitación para su logro.
  - Determinar áreas de potencial de ahorro que requieran del desarrollo de proyectos adecuados, preestimando su monto
- Establecer la manera más apropiada para implantar las acciones que se desprendan de los estudios, sin afectar el confort y seguridad de los usuarios.

## **5.2 NIVELES O GRADOS DE LOS DIAGNOSTICOS**

Como ya se mencionó anteriormente el diagnóstico energético es un estudio que tiene por objeto estudiar, cuantificar y analizar el uso, prácticas y aprovechamiento que se tiene de la energía derivándose de éstos recomendaciones y conclusiones. Existen diferentes niveles dentro de los diagnósticos, el nivel varía dependiendo de la metodología de las mediciones, el tiempo, la profundidad y la decisión de las medidas propuestas así como del grado de estudio de la inversión requerida.

### **5.2.1 DIAGNÓSTICOS DE PRIMER GRADO**

Mediante los diagnósticos energéticos de primer grado se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales. Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación, así como el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica.

Al realizar este tipo de diagnóstico se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía; asimismo, se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudios no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

### **5.2.2 DIAGNÓSTICOS DE SEGUNDO GRADO**

Comprenden la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como son los motores eléctricos y los equipos que éstos accionan, así como aquellos para bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares, entre otros. La aplicación de éste tipo de diagnósticos requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre consumos específicos de energía.

La información obtenida directamente en campo se compara con la de diseño, con objeto de obtener las variaciones de eficiencia.

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

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

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

### **5.2.3 DIAGNÓSTICOS DE TERCER GRADO**

Consisten en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipo especializado de medición y control. Debe de realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería.

En estos diagnósticos es común el uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar distintos esquemas de interrelación de equipos. Además de que facilitan la evaluación de los efectos de cambios de condiciones de operación y modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de energía eléctrica.

Las recomendaciones derivadas de éstos diagnósticos son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos.

Además, debido a que las inversiones de éstos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe de ser rigurosa, en cuanto al periodo de recuperación de la inversión.

A continuación se observa en la tabla 5.1.1 un resumen comparativo de los 3 grados de Diagnósticos Energéticos que se pueden realizar en los inmuebles, indicando categorías y tipo de diagnóstico.

**RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA  
ELECTRICA EN EDIFICIOS INTELIGENTES**

77

CATEGORIA	DIAGNOSTICO ENERGETICO DE 1er GRADO	DIAGNOSTICO ENERGETICO DE 2o GRADO	DIAGNOSTICO ENERGETICO DE 3er GRADO
Alcance del diagnóstico	Inspección superficial, mediciones mínimas con aparatos sencillos. Parte esencial del estudio.	Inspección visual, análisis histórico de consumos, mediciones puntuales limitado al equipo auxiliar.	Análisis del consumo energético con base en el balance de materia y energía, así como eficiencia de los equipos.
Objetivos	Detectar medidas de ahorro de energía obvias, inmediatas con inversiones marginales.	Crear conciencia, empezar un programa de ahorro energético, evidenciar oportunidades de ahorro con cambios operativos y de mantenimiento.	Desarrollar un plan de acción de actividades tanto técnicas como administrativas para asegurar la eficiencia energética a largo plazo.
Trabajo en el inmueble	1 a 3 días	3 a 6 días	5 a 20 días
Preparación del informe	2 a 5 días	4 a 10 días	15 a 60 días
Tiempo corrido		3 a 4 semanas	1.5 a 4 meses
Medición de equipo y motores eléctricos	Mediciones instantáneas	Mediciones y registros	Registros a través del tiempo
Compromiso de la planta	Apoyo general	Apoyo general para la recopilación de datos y realización de mediciones.	Apoyo en recopilación de datos y en mediciones, compromiso de realizar las medidas.
Análisis costo / beneficio	Periodo simple de recuperación	Periodo simple de recuperación	Periodo simple, una interna de retorno
Almorbos identificables	5 a 15%	10 a 20%	10 a 40%
Resultado	Bases para un programa de ahorro de energía de bajo costo energético, plan de la planta instalada, las compañías suministradoras.	Programa de ahorro de energía basado en medidas de bajo y mediano inversión.	El plan de acción con recomendaciones tanto de medida como de inversión, base admn. de la empresa.

### 5.3 METODOLOGIA PARA LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS

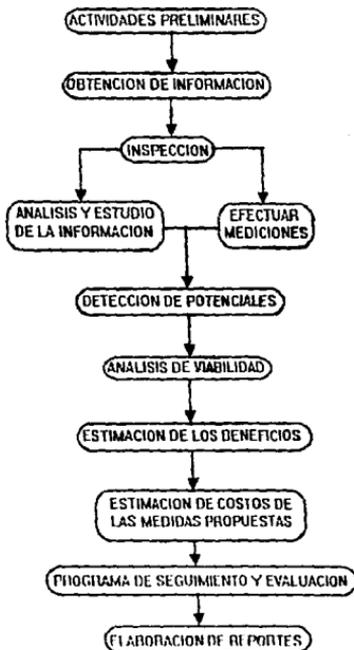


FIGURA 5.3

### 5.3.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES

#### Preparación de formatos

El personal del consultor elaborará los formatos para el vaciado de información del inmueble a diagnosticar.

Estos formatos considerarán las características de operación del edificio y se integrará en función de su tipo, tamaño, y ubicación del mismo.

La información a vaciar en los formatos será la correspondiente a los principales equipos, su capacidad, condiciones de operación y consumos.

#### Entrevista de directivos

El responsable de la empresa consultora se entrevistará con los directivos del inmueble a diagnosticar, para darles a conocer el procedimiento a seguir en el diagnóstico, la información preliminar obtenida a través de su propio personal, y hacerles partícipes de la importancia del diagnóstico y del ahorro de energía.

A través de esta entrevista, se podrán conocer las características, limitantes, principales parámetros de funcionamiento y de planeación del edificio.

#### Acuerdo sobre horarios y personal con quién se tendrá relación y de quién se obtendrá apoyo

El consultor efectuará los ajustes a su estrategia de diagnóstico, en función de las limitantes de operación del edificio, disponibilidad de información y personal de apoyo que participará.

### 5.3.2 OBTENCION DE INFORMACION

#### Situación existente

- Se refiere a conocer la forma actual de uso de energía en el inmueble, partiendo de la información relativa a:
- Información sobre el inmueble uso, área, número de pisos, planos, tipo de construcción y distribución de áreas.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Historial de consumos y facturación de los 12 meses anteriores como mínimo.
- Información de los sistemas del edificio: alumbrado, contactos, aire acondicionado, calefacción, bombeo y equipos especiales.
- Hábitos de uso de los usuarios.

Esta información deberá obtenerse mediante:

1. Documentos disponibles: planos, recibos eléctricos, etc.
2. Encuestas
3. Recorridos de inspección
4. Realización de mediciones

Elaboración y acuerdos para levantar datos y listados complementarios y convenientes.

El consultor, en función de la estrategia definida para el diagnóstico, planteando los procedimientos de obtención de información complementaria a la eléctrica requerida, tales como consumo de combustibles y agua, listas de equipos, etc.

### **5.3.3 INSPECCION**

El propósito de la inspección es verificar las condiciones ambientales, validar la información previa, establecer estrategias y reconocer físicamente las instalaciones por áreas de trabajo.

La inspección incluye:

1. Localización y orientación del edificio, abriendo la posibilidad de un mayor aprovechamiento de la luz natural incluyendo la observación del tipo de edificio ( paredes, ventanas, tragaluces, libertad de iluminación natural, reflejo de luz de otros edificios, arboles, etc.) así como su orientación cardinal.
2. Distribución general del edificio, que permite conocer los servicios generales del edificio y su funcionamiento para proporcionar los elementos que se usarán al efectuar recomendaciones que deban tener en cuenta los siguientes puntos:

- a. Verificar acometidas indicando datos de la subestacion o de distintas acometidas y donde se puede poner equipo de medicion adicional
  - b. Localizar, equipo de aire acondicionado, planta de emergencia, banco de capacitores, equipos especiales, etc., indicando carga y localización
  - c. Verificar formas de distribución de agua por bombeo y tomar datos.
  - d. Verificar existencia de elevadores y sus periodos de operación.
  - e. Localizar tablero de distribución por piso o área indicando tipo, capacidad y si es posible la carga que alimenta, verificando si existe lugar para instalar y conectar equipos de medición puntuales.
  - f. Efectuar censos de cargas en áreas no productivas ( escaleras, baños, cuartos de servicio, estacionamiento, etc. )
  - g. Verificar si existe servicio de vigilancia (recorridos e instrucciones ) y como controlar el servicio en la noche.
  - h. Obtener información de forma de operación del edificio ( si se cierra sabado y/o domingo, en promedio, hasta que hora trabaja la gente ).
3. Inspección por piso, que permitirá efectuar mediciones, conocer las distintas áreas y su estado general lo cual permitirá efectuar el diagnostico y recomendaciones para el ahorro de energia.

**Bajo este punto tenemos:**

- a. Determinar las áreas productivas (excluyendo cubos de elevador, escaleras de servicio, etc.) y tipo de tarea por área. Indicar áreas de pasillos, oficinas, cubiculos, etc. Esta información se utilizará en el cálculo de intensidades energéticas.
- b. Verificar condiciones en el área tales como temperatura, tipo de ventanas, tipo de mobiliarios, acabados en interiores (techo, pared, piso) Si se cuenta con persianas, cortinas, etc Esta información es necesaria en las propuestas de ahorro.
- c. Realizar censo de carga o verificar en caso de existir planos, las cargas instaladas de alumbrado, contactos, equipos de oficina (computadoras personales, maquinas de escribir, etc ) verificar la existencia de alumbrado zona, la cual se utilizará en los calculos de cargas del edificio

- d. Indicar estado de conservación de luminarios, tiempo de operación estimado, forma de mantenimiento (reemplazos y limpieza) para poder determinar costos de operación.
- e. Efectuar mediciones de iluminación en zonas específicas de trabajo, indicando bajo que condiciones se realizan. Asimismo, medir niveles de iluminación a pasillos, vestíbulos, etc.
- f. Verificar uso de alumbrado, horas de encendido, número de personas que laboran después de horas de oficina, en qué horario se realiza la limpieza (si es personal del edificio o contratado), lo cual ayudará a efectuar los cálculos de consumo.

### **5.3.3 MEDICION**

#### Definición de mediciones a efectuar.

Se definirán las mediciones necesarias, dependiendo del grado de DEN, para validar la información recabada y que permita adicionalmente afinar los valores obtenidos para aquellos equipos por su importancia en capacidad y/u operación afecten significativamente el consumo de energéticos.

#### Selección de equipos a medir.

En el aspecto de equipos, se analizarán con mayor detalle los equipos más significativos de la instalación, en cuanto a sus parámetros de diseño y selección, estado actual, comportamiento eléctrico y mecánico.

De esta forma se podrá establecer un criterio de ahorro de energía por condiciones, operación y mantenimiento.

#### Instrumentos para mediciones de campo.

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

1. Luxómetros.
2. Termómetros.
3. Tacómetros.

4. Analizador de redes.
5. Medidor múltiple (A, V, Fp).
6. Wáttmetro.
7. Pirómetro digital.
8. Radiómetros ópticos.

#### Mediciones a realizar.

Se procederá a efectuar las mediciones definidas para los equipos seleccionados.

Una vez efectuadas las mediciones, se hará su revisión y asentamiento.

#### Análisis de las mediciones.

Las mediciones efectuadas serán analizadas para acotar sus variaciones, justificar sus valores y ajustar sus diferencias y estimar la correlación de impacto en los consumos facturados.

Adicionalmente, se efectuará un análisis comparativo de las mediciones con los valores históricos y/o estándares.

#### Otros aspectos a considerar.

Si embargo, estas mediciones no proporcionarán una información completa sobre la forma en que se usa la energía, haciéndose necesario el efectuar mediciones adicionales para descomponer el consumo y la demanda totales, conocer la forma en que se ramifica y usa esta energía (por piso, por centro de carga, por circuito, por tipo de carga, etc.). Este tipo de información es muy importante en un diagnóstico y no se encuentra en la información histórica contenida en los recibos.

El conocer separadamente la forma en que se consume y demanda la energía, permitirá identificar y jerarquizar aquellas áreas, sistemas, circuitos o cargas que más influyen en el consumo global, lo que permitirá determinar como dirigir las acciones en materia de ahorro de energía atendiendo primeramente a aquellas áreas que representen los mayores consumos y demandas o donde exista un potencial de ahorro importante.

Cabe mencionar la necesidad de mediciones adicionales posteriores a la implantación de un programa de ahorro de energía, para validar tanto los logros y desviaciones obtenidas con la aplicación de medidas de ahorro como las estimaciones previas hechas sobre estos ahorros.

### **5.3.4 ANALISIS Y ESTUDIO DE LA INFORMACION**

#### Revisión de datos de formatos.

Se revisará la información vaciada en los formatos por el cliente y se tendrá un primer esquema de las conducciones de consumo de energéticos, así como la necesidad de información adicional complementaria.

#### Revisión de costos de la energía eléctrica.

Personal del consultor revisará los recibos de pago por consumo de energía, incluyendo demanda contratada, tarifas, demandas máximas, sobrepagos adicionales e irregularidades. No se considera en el alcance del trabajo propuesto, trámite alguno por el consultor ante autoridades y compañía suministradora.

Se hará un análisis sobre la aplicación de las tarifas eléctricas contratadas.

#### Calculos de costos y pronosticos de consumo de energía.

Con la información obtenida y la revisión de los consumos de energéticos, se efectuará una estimación de los costos por este concepto, relacionando cuando proceda este parametro a otros valores de referencia.

#### Estudio de la información.

Una vez que se cuenta con la información mínima necesaria, se deberá proceder a su análisis y estudio con el fin de obtener índices de consumo energéticos por area, piso, edificio, etc.; para establecer una base comparativa con inmuebles similares.

Se identificarán y se clasificarán áreas, sistemas, circuitos u cargas altamente consumidoras para correlacionarlas con los hábitos de uso correspondientes.

En esta etapa podra requerirse un sistema que permita un optimo manejo de la información obtenida, así como para su posterior procesamiento y análisis.

Perfil de carga de día típico.

En función de información recabada, mediciones y/o analogías con edificios de función semejante, se bosquejará un perfil típico; éste será de suma utilidad para determinar la potencialidad de autogeneración y adecuación de tarifas.

De las cargas parciales principales, se estimarán los perfiles, derivados principalmente de los uso, costumbres y prácticas corrientes en el edificio.

### **5.3.5 DETECCION DE LOS POTENCIALES DE AHORRO**

De la información analizada, podrán dirigirse las acciones en ahorro de energía primeramente hacia aquellas áreas que representen los mayores consumos y demandas de energía, o equipos con potenciales de ahorro significativos.

Se determinarán los potenciales de ahorro en base a un menú de medidas previamente identificadas y probadas, que van desde la modificación de los patrones de uso hasta la modificación o sustitución de equipos, sistemas o instalaciones, o en defecto, son la aplicación de diversos equipos de control.

### **5.3.6 ANALISIS DE VIABILIDAD**

Conocidos los potenciales de ahorro y las posibles soluciones técnicas aplicables en cada caso, se efectuará un análisis sobre la viabilidad de su implantación con base en estudios de costo-beneficio y viabilidad técnica.

Posteriormente se realizarán las propuestas correspondientes agrupándolas en dos grandes grupos:

- Medidas a corto plazo.
- Medidas a mediano y largo plazo.

### **5.3.7 ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS ESPERADOS**

De acuerdo al escenario de medidas con ahorros potenciales de energía optado, se estimarán en forma global los ahorros en consumo, demanda y facturación esperados como consecuencia de la implantación de tales medidas contenidas en el Programa de Ahorro de Energía.

### 5.3.8 ESTIMACION DE COSTOS DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

#### Estimación de costos de inversión

Para las opciones propuestas para el ahorro de energéticos, se efectuará una estimación de los costos de adquisición y de instalación.

Esta estimación de los costos se realizará para los equipos principales, en base a precios de lista, valorando su instalación, montaje y puesta en servicio como un porcentaje del costo de adquisición.

#### Ajuste de costos.

Con objeto de revisar el concepto de viabilidad y de efectuar las medidas propuestas relacionadas con la operación de la empresa (horarios, estaciones, confinamiento de áreas, etc.), el personal del consultor comentará estos costos con el personal de Mantenimiento del cliente, intercambiando opiniones.

#### Evaluación económica.

Es necesario aplicar evaluaciones económicas para determinar la viabilidad de las medidas propuestas, estimar los ahorros esperados y jerarquizar las medidas propuestas; algunas de las evaluaciones que se pueden utilizar son: Tasa Interna de Retorno, Valor presente, Relación costo/beneficio, etc.

#### Jerarquización.

Las diferentes áreas de oportunidad o Medidas de Ahorro de Energía (MAE) del "Proyecto" de ahorro de energía, se agruparán de acuerdo a: su beneficio a corto plazo, valor de la inversión, factibilidad de ejecución, sencillez; que reflejen alternativas de programas de implantación.

### 5.3.9 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION

De los resultados obtenidos en el Diagnóstico Energético podrán establecerse los programas de ahorro aplicables en el inmueble, para lo cual deberá integrarse un Comité de Ahorro de Energía que tendrá a su cargo entre otras funciones, la implantación del programa, su seguimiento, evaluación y la gestión energética en forma permanente

Evaluación económica de medidas.

Del proyecto de ahorro de energía como tal, se hará un análisis técnico-económico y financiero global sobre su conveniencia y factibilidad.

### **5.3.91 ELABORACION DE REPORTES**

#### Memoria descriptiva.

En la memoria descriptiva se asentarán los principales criterios, limitantes y elementos de referencia empleados en el desarrollo del diagnóstico.

Se entregará original y copia de la memoria descriptiva. A petición expresa del cliente se entregarán los papeles de trabajo; no se entregarán programas de procesamiento de datos empleados por el consultor.

#### Reporte final.

Se integrará un Reporte Final que contenga todo lo referente a los puntos anotados, eliminando lo que no sea fundamental, que no tenga valor documental o técnico; el reporte incluirá, entre otro material:

- a. Datos básicos de la empresa.
- b. Datos básicos de consumos energéticos.
- c. Resumen de cálculos y análisis técnicos.
- d. Medidas propuestas.- formatos, fichas, cuadros, tablas, etc.
- e. Resumen de costos; incluyendo la evaluación económica de las medidas de ahorro de energía seleccionadas; cuadros resumen, tablas.
- f. Propuesta de etapas para el desarrollo del programa de ahorro de energía.
- g. Anexos.

#### Informe ejecutivo.

Se integrará un Informe Ejecutivo que contenga lo más relevante del trabajo y del Reporte Final.

Presentación de los trabajos a la Dirección,

El responsable de la empresa consultora efectuará una presentación a los directivos de la empresa, indicándoles el estado actual, cambios y opciones de ahorro de energía, discutiendo el informe final en el aspecto de la metodología empleada.

Para lograr el éxito en el desarrollo de programas de ahorro de energía eléctrica a través del empleo de equipos de alta eficiencia se deben considerar los siguientes aspectos :

1. - Favorecer la capacidad de comercialización de equipos de alta eficiencia de los fabricantes y distribuidores.
2. - Establecer alianzas que permitan tener una amplia gama de opciones en el mercado, así como mecanismos de entrega atractivos para los usuarios.
3. - Tomar en cuenta el comportamiento del mercado de los equipos de alta eficiencia para establecer acciones que permitan afianzar las metas fijadas.
4. - Considerar los factores que influyen en las decisiones de los usuarios para obtener un mejor efecto multiplicador.
5. - Establecer mecanismos de financiamiento e incentivos que favorezcan la utilización de los equipos de alta eficiencia.

#### **5.4 ADMINISTRACION DE LA ENERGIA**

El proceso de administración de los recursos energéticos, consiste en la aplicación de diversas técnicas que permitan alcanzar la máxima eficiencia en el uso de los energéticos utilizados. Para ello, se debe seguir una serie de etapas:

##### **1 . Planeación:**

Consiste en elegir la alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos y, por último, se determina el monto de recursos financieros para la aplicación del Programa.

##### **2 . Organización:**

En esta etapa se define la estructura que permita instrumentar el programa establecido; Aquí es necesario especificar las funciones, jerarquías y obligaciones de todos los grupos e individuos que participen en el Programa de Ahorro de Energía.

**3. Integración:**

Consiste en elegir a la persona o grupos de personas que van a ser los responsables de la ejecución del Programa; así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para realizar el diagnóstico y monitorear los avances del Programa.

**4. Dirección:**

Consiste en delegar la autoridad necesaria al responsable del Programa y especificar su tramo de control y coordinación. Asimismo, se deben definir los mecanismos de supervisión y los medios de comunicación como componentes esenciales del Programa.

**5. Control:**

En esta etapa se establecen normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como el método que permita dar seguimiento al Programa. Todo ello, mediante monitoreo a través de un sistema integral de información energética y listas de verificación de la aplicación de medidas de ahorro de energía.

### **5.5 ADMINISTRACION DE LA DEMANDA**

En los servicios suministrados en tarifa 3, OM, HS, HL y en alta tensión, además del cobro por energía eléctrica, KWh, el sector eléctrico hace un cargo por cada KV de demanda.

La demanda es registrada por medio de un medidor conforme a la potencia de todas las lámparas, motores, etc., funcionando simultáneamente durante un lapso de 15 minutos.

Es conveniente saber que cada KW es disminuido \$ 40.00 de ahorro en un mes, si fuera aplicable la tarifa 3, y que en esta como en la tarifa OM y IIM, el precio medio de la energía disminuye conforme aumenta el factor de carga.

Evitar el arranque y la operación simultánea de los motores y otros equipos eléctricos, sobre todo en los periodos de punta ( de las 18 a las 22 hrs. ). Se traducen en ahorros significativos en la cuenta de electricidad.

A la utilización uniforme de energía eléctrica durante un día, un mes, o un año se le denomina demanda media y se le determina en KW (es el cociente que resulta de dividir el consumo de energía en KWh entre el periodo dado en horas). La mayor de todas las demandas ocurridas en el mismo periodo es la demanda máxima y dividiendo la demanda media entre la demanda máxima se obtiene el factor de carga.



# CAPITULO 6

---

Y

Y

Y

Y CONCLUSIONES

## 6 CONCLUSIONES

El edificio Inteligente integra de forma conjunta tanto al concepto de ahorro como al de eficiencia y aunque parecieran significar lo mismo y estar implícitos no es así, ya que no todos los Edificios Inteligentes presentan ahorros, ni la mejor eficiencia garantiza tener un Edificio Inteligente, entonces habrá que tener un especial cuidado en no confundir estos conceptos y a su vez armonizarlos desde el punto de vista Arquitectónico y de Ingeniería, hasta la concepción y proyección final del diseño.

Por lo tanto, el Ahorro y uso Eficiente de la Energía Eléctrica en los Edificios Inteligentes, estará en función de 3 aspectos importantes que determinarán su nivel de inteligencia:

- 1) Óptima operación de los sistemas
- 2) Flexibilidad y Diseño del Edificio
- 3) Control y Administración de los Servicios en sus diferentes áreas

Además se detectó la posibilidad de incorporar inteligencia a un Edificio que no tuviese integrado este concepto, integrándola a partir de una herramienta llamada "Diagnóstico Energético", la cual tendrá que ser capaz, entre otras cosas, de detectar las posibles áreas donde potencialmente existan ahorros, aportar datos que ayuden a la elaboración de un estudio económico que interprete el tiempo real de recuperación de la inversión y así proponer respuestas a corto, mediano o largo plazo dependiendo de las posibilidades y/o necesidades del inmueble en estudio, para implementar medidas o programas que apoyen al encausamiento del mismo para obtener un "EDIFICIO INTELIGENTE".

Por otro lado, el contenido de la tesis, invita a pensar en la consideración de nuevos objetivos que puedan llevar beneficios reales al sector privado y que complementen la formación profesional de una actividad, donde se puedan llevar a la práctica las recomendaciones que aquí se exponen; como lo es, "La Consultoría Energética", bajo la siguiente filosofía:

- 1) Generar ahorros económicos
- 2) Incrementar la productividad y competitividad
- 3) Aportar alternativas para combinar tecnología y medio ambiente
- 4) Concientización de todos los niveles, sobre la importancia del ahorro energético
- 5) Seguimiento y retroalimentación de información

Es así, que las recomendaciones para facilitar la planeación, instalación o proyección de un Edificio Inteligente, que tome en cuenta todas las características y elementos que incluyen el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, se observan delimitadas no por la cuestión técnica o administrativa que en determinado momento, presenten objeciones de tipo organización u económicas, sino por la falta de información, ignorancia de la existencia de equipo de vanguardia y resistencia al cambio tecnológico debido a la incredulidad de la obtención de los beneficios esperados y cambio del entorno social y psicológico que la consultoría propone.

Por último, a manera de síntesis se enumeran una serie de pasos que podrían facilitar el alcance de ahorros y eficiencia óptima para la posible proyección de un Edificio Inteligente.

1. Realizar un diagnóstico energético
2. Determinar un nivel de inteligencia
3. Pronosticar gastos y ahorros operativos derivados del diagnóstico energético
4. Realizar un análisis luminotécnico y proponer cambios de equipo de baja eficiencia
5. Aplicar el concepto de Biotecnología
6. Obtener un registro histórico de operaciones.
7. Implementar sistemas de control instalando equipo ahorrador de punta
8. Administrar tiempos de labor y uso de sistemas u equipos en horarios críticos.
9. Precisar medidas de aplicación inmediata
10. Implementar un programa de mantenimiento acorde al nivel de inteligencia diagnosticado.
11. Calcular tiempos de recuperación de la inversión económica.

Como se observó, el uso de equipo automático y sistemas de control diseñados para procesar información y tomar de ésta decisiones importantes, obliga tanto al cambio tecnológico, como a la creación indirecta de una nueva cultura de ahorro de energía, concientizando de forma indirecta al usuario, y proponiendo de manera general al ser humano racionalizar, o por lo menos, eficientizar la energía que tanto trabajo le ha costado al hombre transformar para su bienestar desde tiempos inmemorables, teniendo como presente la tarea de buscar nuevas fuentes alternativas para generar energía, así como también la de crear programas técnicos y administrativos de ahorro y uso eficiente de la misma luz, para evitarlos problemas el día de mañana

**REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**

**BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1994**

Secretaría de Energía ( Informe Anual Gubernamental ). Cd de México D.F.1995

**AHORRO DE ENERGIA EN EDIFICIOS Y OFICINAS**

Ing. Alex G. Ramírez Rivero. Cd de Puebla 1995

**MEMORIA TECNICA DEL XVI SEMINARIO NACIONAL SOBRE EL USO  
RACIONAL DE LA ENERGIA 1995**

Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética A.C., ( ATPAE ).  
Cd de México D.F.1995

**REVISTA ENERGIA RACIONAL**

Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de energía del Sector Eléctrico, ( FIDE ).  
fascículos 16, 17, 18, 19 y 20. Cd de México D.F.1996

**NORMA OFICIAL MEXICANA ( NOM-001-SEMP-1995 ). RELATIVA A LAS  
INSTALACIONES DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGIA  
ELECTRICA**

Diario Oficial de la Federación. Organó del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos  
Mexicanos.. Cd de México D.F.1995

**AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**

Ing. Pablo Vargas Prudente .IPN Zacatenco. Cd de México D.F.1995

**SEMINARIO DE INDUCCION SOBRE SISTEMAS DE COGENERACION 1995**

Comisión Nacional de Ahorro de Energía, ( CONAE ). Cd de México D.F.1995

**DIAGNOSTICOS ENERGETICOS**

Sociedad Mexicana de Mantenimiento A.C.( SOMMAC ). Iztacalco. Cd de México D.F.1994

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y  
PARA EDIFICIOS**

Ing. Roberto Espinoza, Ing. Guillermo Aguilar Campuzano, Ing. José Saúl Cohen Sak,  
División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería. Cd de México D.F.1995

**CONTROLADOR MODULAR W7600G**

Honeywell Inc., Minneapolis Estados Unidos 1995

**TARIFAS PARA EL SUMINISTRO Y VENTA DE ENERGIA ELECTRICA**

Comisión Federal de Electricidad, Gerencia Comercial Cd de México D.F.1995

**ARTICULO "EDIFICIOS INTELIGENTES"**

M.D.B. Ing. David Morillon Gálvez, Cd de México D.F. 1995

**ARTICULO "EDIFICIO INTELIGENTE. UNA GUIA PARA LOGRARLO"**

Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, A.C. ( IMEI ), Cd de México D.F. 1996

**ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA**

William D. Stevenson, México 3ª Edición 1990, Editorial Mc Graw Hill

**CONTROL DE MAQUINAS ELECTRICAS**

Irving L. Cosow, España 1982, editorial Reverté

**RIEDES ELECTRICAS**

Jacinto Viqueira Landa, México 1986 3ª Edición representativa y servicios de Ingeniería

**TEORIA Y SISTEMAS DE CIRCUITOS**

Victor Gerez, México 1972, 1ª Edición representativa y servicios de Ingeniería

**INSTALACIONES ELECTRICAS**

Enriquez Harper, México 1979, Editorial LIMUSA

**FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS**

Joseph H. Foley, México 1985, Editorial Mc Graw Hill