



**“ESTUDIO PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELÉCTRICA EN LA
CIUDADELA DON BOSCO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA.

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

TRABAJO PRESENTADO POR:

**BONILLA CÁCERES, HERIBERTO ARMANDO
HERNÁNDEZ VELÁSQUEZ, JORGE AUGUSTO
VILLEGAS VENTURA, JOSÉ LÁZARO**

SEPTIEMBRE DE 2000

SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

INDICE

TEMA	PAG.
CAPITULO I	
Introducción	1
Objetivos.....	2
Alcances y Limitaciones.....	3
Delimitaciones.....	4
Justificación del Tema.....	5
CAPITULO II	
Aire Acondicionado y Ventilación.....	10
Características del local y fuentes de carga térmica.....	12
Estimación de la carga del acondicionamiento de aire.....	13
Cargas exteriores.....	14
Cargas Internas.....	14
Calor.....	15
Cantidad de calor.....	16
Forma de transferencia de calor.....	16
Frío.....	18
Ventilación.....	18
Descripción de los sistemas de acondicionamiento de aire.....	20
Componentes de un sistema de aire acondicionado.....	20
Equipos de regulación y control.....	22
Sistemas de control electromecánico.....	23
Sistema de control electrónico.....	24
Sistemas de control digital.....	24

Equipos para aire acondicionado.....	25
Optimización energética de las instalaciones de aire acondicionado.....	27
Sistemas básicos de manejo de aire.....	32
Ahorro de energía en la selección del motor.....	37
Ahorro de energía en la operación.....	38
Variación de tensión y voltajes desbalanceados.....	38
Efecto del factor de potencia.....	39
Ciclo de trabajo y arranques frecuentes.....	39
Ahorro de energía en el mantenimiento.....	40
La luz.....	40
Radiación.....	41
Características de la radiación luminosa.....	41
Unidades de longitud en luminotecnia.....	42
Unidades de emitancia.....	43
Reflexión.....	43
Refracción.....	44
Absorción.....	45
Transmisión.....	46
Difusión.....	46
Factores que intervienen en la percepción visual.....	46
Brillo.....	52
Deslumbramiento.....	53
Sistemas de iluminación.....	56
Iluminación directa.....	57
Iluminación semidirecta.....	58
Iluminación difusa.....	60
Iluminación semiindirecta.....	62
Iluminación indirecta.....	63
Lámparas fluorescentes.....	65
Protección de luminarias.....	67
Control de la luz.....	67

Comfort y agrado visual.....	69
Eficacia de costo y energía.....	70
Control de la iluminación.....	71
Luz eléctrica y luz natural.....	73
Tarifa eléctrica aplicable a Ciudadela Don Bosco.....	74
Lectura y comprensión de la factura eléctrica.....	78

CAPITULO III

Antecedentes de Ciudadela Don Bosco.....	82
Diagnostico.....	83
Facturación.....	84
Censo de carga en CDB.....	86
Metodología empleada para el levantamiento del censo.....	86
Mayores consumidores.....	89
Diagrama unifilar de CDB.....	94
Características de la medición primaria de CDB.....	94
Distribución de carga por subestación.....	95
Recorrido de las instalaciones de CDB.....	100
Observaciones hechas durante el recorrido.....	101
Datos de mediciones de equipos.....	106
Graficas de las mediciones realizadas en las subestaciones trifásicas de CDB.....	108
Puntos de rediseños recomendados a CDB.....	112
Oportunidades de conservación de energía.....	113

CAPITULO IV

¿Qué es la ingeniería Económica y cuál es su aplicación?.....	117
¿Por qué se tiene que pagar por el uso del dinero?.....	118
¿Por qué cambia el valor del dinero en el tiempo.....	118
Interés Simple y Compuesto.....	119
Diagramas de flujo de caja.....	120
Factores y su empleo.....	122
Tasa de Interés Nominal y Efectiva	125
Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento.....	126
Valor Presente Neto.....	128
Tasa Interna de Rendimiento.....	129
Conversión de Instalaciones Existentes para Ahorrar Energía.....	131
Cálculo de costos para la conversión de instalaciones de alumbrado.....	132
Consideraciones para el análisis económico.....	136
Resumen tarifario del periodo comprendido entre el 1° de Enero de 1998 al 9 de Octubre de 2000.....	137
Conclusiones.....	142
Recomendaciones.....	144

CAPITULO I

PERFIL DEL PROYECTO

INTRODUCCION

Actualmente el alto costo de la energía eléctrica hace necesario la aplicación de programas de conservación de energía, dichos programas parten de la realización de un diagnóstico general de la forma en la que se consume la energía en una institución. En el caso de Ciudadela Don Bosco, para la realización del diagnóstico, se hace necesario la determinación de los rubros en donde existen oportunidades de ahorro de energía, para tal fin, el censo de carga se vuelve la parte medular para la realización del estudio.

Para la realización del censo se vuelve parte indispensable la cuantificación de la carga con la finalidad de poder determinar los puntos donde se pudiera lograr aplicar programas de conservación de energía. Otro punto a considerar en la realización del diagnóstico, lo constituye las mediciones de parámetros eléctricos tales como potencia activa, potencia reactiva, corrientes y factor de potencia de aquellas máquinas o cargas consideradas importantes para el estudio.

Es de especial importancia para el estudio, la realización de entrevistas con el personal de la institución y un recorrido por las instalaciones, con la finalidad de detectar posibles actitudes o hábitos del personal en cuanto a mala utilización de equipos o uso inadecuado de la energía, lo cual puede significar pérdidas económicas a Ciudadela por el desperdicio de la energía.

La implantación de los programas de ahorro de energía puede implicar un alto costo inicial a las instituciones que lo adopten, sin embargo, a largo plazo resulta beneficioso su implementación siempre y cuando se planteen alternativas prácticas

para la resolución de los problemas detectados. Generalmente se pueden lograr ahorros de energía con el simple cambio de hábitos del personal lo que implica la aplicación de programas de concientización para hacer un uso racional de la energía.

1.1- OBJETIVOS

1.1.1.- OBJETIVO GENERAL

- ↪ Proporcionar recomendaciones para el uso eficiente de la energía eléctrica de la Ciudadela Don Bosco.

1.1.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ↪ Elaboración del diagrama unifilar de la red eléctrica primaria de Ciudadela Don Bosco
- ↪ Elaboración del censo de carga de Ciudadela Don Bosco
- ↪ Identificar cargas críticas en la Ciudadela Don Bosco entendidas estas como aquellas cargas donde se tenga oportunidades de ahorro de energía.

1.2.- ALCANCES Y LIMITACIONES

1.2.1.- Alcances.-

- ✓ Realizar un análisis técnico económico de las propuestas planteadas para el ahorro energético.
- ✓ Determinación de las cargas críticas de Ciudadela.
- ✓ En el estudio se le presentarán a Ciudadela recomendaciones para el uso eficiente de la energía eléctrica.

1.2.2.- Limitaciones.-

- ✓ Escasa información bibliográfica existente sobre el tema
- ✓ Acceso restringido a las instalaciones de Ciudadela Don Bosco
- ✓ Disponibilidad de recurso técnico para la realización del trabajo
- ✓ Recursos económicos limitados

1.3.- DELIMITACIONES

- ✓ El estudio estará confinado a las instalaciones físicas de la Ciudadela Don Bosco.
- ✓ Corresponderá a Ciudadela Don Bosco la ejecución de las recomendaciones indicadas en el documento final.
- ✓ Sobre la base de los resultados que se obtengan del censo de carga, se precisarán las áreas donde se presenten oportunidades de ahorro energético.
- ✓ Se trabajará con diagramas unifilares primarios y secundarios importantes de la red eléctrica de Ciudadela Don Bosco; resultantes del levantamiento, los mismos mostrarán en detalle las características de las contribuciones.

1.4.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

La distribución de la reserva de energéticos se encuentra en desequilibrio con el consumo de éstos. Lo anterior, y la situación política del Oriente Medio que produjo el embargo del petróleo de 1973, y actualmente la política comercial de la OPEP y países exportadores de petróleo; da origen, junto con una economía mundial en proceso de inflación, a un alza en los precios de los productos derivados del petróleo. Como consecuencia lógica, los países están tomando conciencia sobre el desperdicio de la energía, y es entonces cuando se origina la necesidad de la conservación de la energía mediante programas y técnicas para su mejor aprovechamiento.

Durante los primeros días de abril del año 2000, el precio de la energía eléctrica ha oscilado entre ¢1,200.00 y ¢1,600.00 por Megavatio-hora como promedio diario, según datos de la Unidad de Transacciones (UT).

En abril de 1998 el precio del Megavatio-hora fue ¢480.53 y en el mismo mes, pero en 1999, el precio subió a ¢537.80. Las razones por la cual se han elevado los costos de la energía se deben al alto precio del búnker y del diesel, derivados del petróleo empleados en la generación térmica. Esto se debe a la disminución de la oferta de petróleo en los mercados internacionales y a que existe un incremento de la demanda a nivel mundial. Esto generó un alza en los precios de los productos derivados del petróleo y por ende del valor económico de la energía que se consume. Dicho incremento es del 35% aproximadamente, durante el primer trimestre del presente año en el mercado nacional.

En el Salvador, la energía se genera en forma hidroeléctrica (en las presas), térmica (a base de combustible), y geotérmica (a base de vapor).

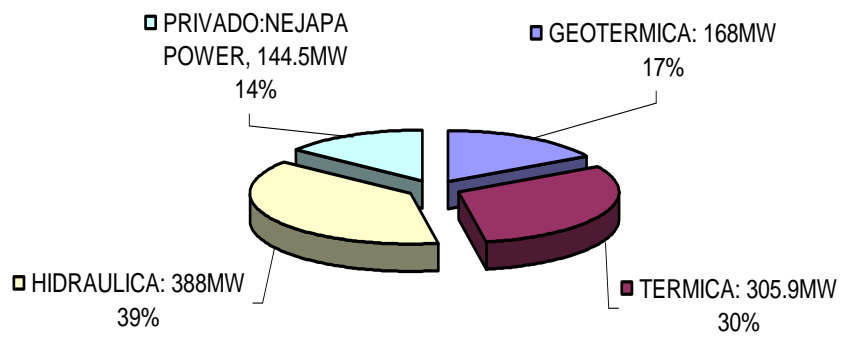
El gráfico 1 muestra los porcentajes de la capacidad instalada. La energía hidroeléctrica es de las más baratas en el mercado eléctrico, sin embargo, en

temporada seca aumenta su precio y disminuye su generación, la cual es compensada con la energía térmica, que es relativamente más cara por las oscilaciones en los precios internacionales del combustible. Por lo cual una elevación en el precio de los combustibles fósiles se traduce en un incremento en el costo de la energía eléctrica, lo cual lo reflejan los gráficos 2 y 3. El gráfico 2 muestra el alza que ha tenido el petróleo entre los meses de noviembre de 1999 a marzo de 2000. El gráfico 3 muestra el incremento del MWh en el presente año, en comparación con el año de 1999, la cual muestra un incremento de la energía eléctrica en el presente año, en comparación con el año pasado, por lo que cada vez se hace más necesario el hacer buen uso de la energía eléctrica.

En vista de esta necesidad, se considera que es de gran importancia solucionar aquellos problemas que producen pérdidas energéticas, lo cual afecta negativamente la economía de las instituciones, incrementando sus costos operativos, por lo tanto se incrementan los precios de los servicios o productos de la misma.

En el caso de la Ciudadela Don Bosco, una reducción en el consumo de energía se traduce en un ahorro económico, redundando en una optimización de los recursos financieros de la institución. Dicho ahorro podría ser utilizado para cubrir otras necesidades de la Ciudadela Don Bosco; beneficiándose con ello toda la comunidad salesiana.

CAPACIDAD INSTALADA



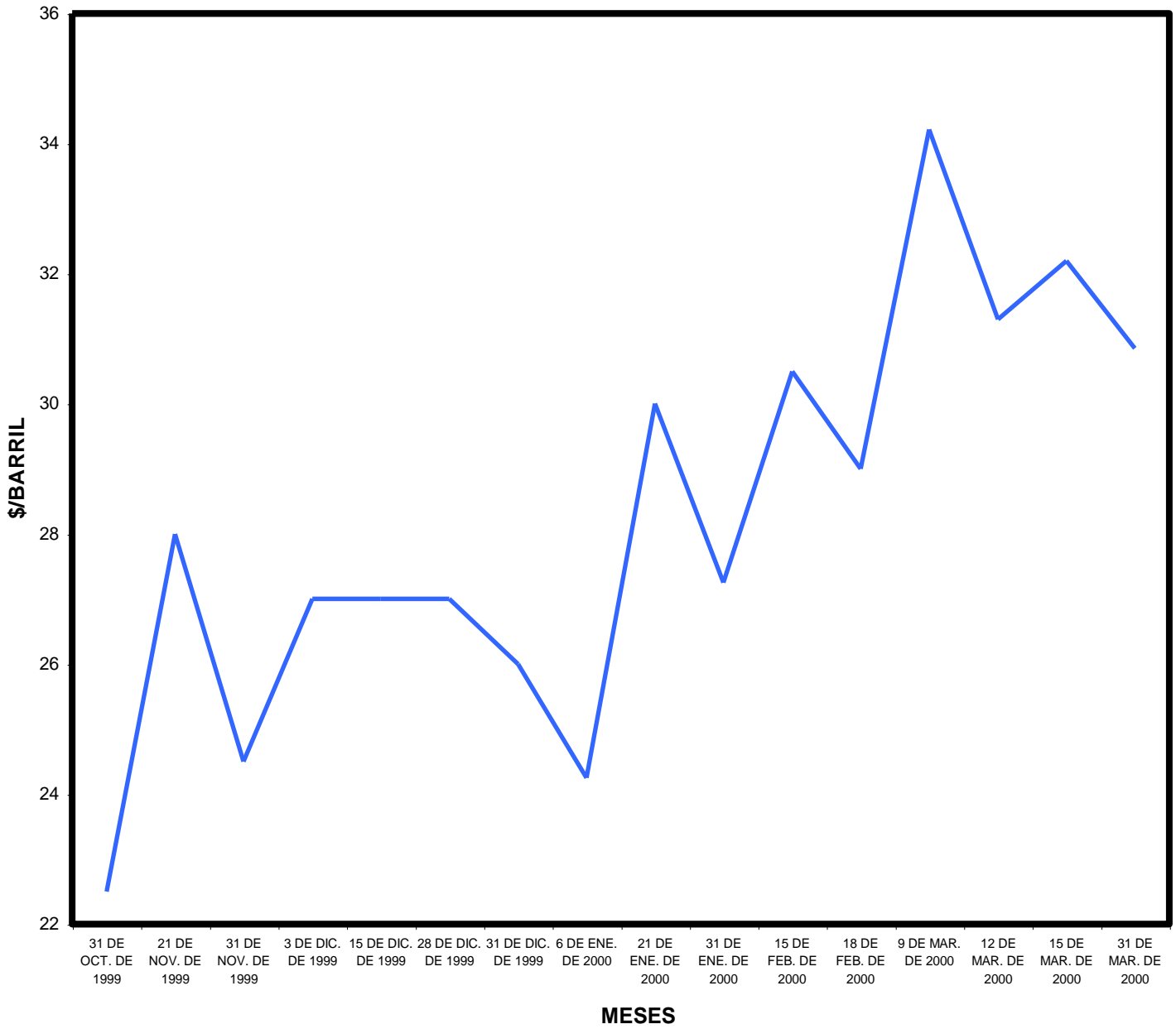
■ GEOTERMICA: 168MW

■ TERMICA: 305.9MW

■ HIDRAULICA: 388MW

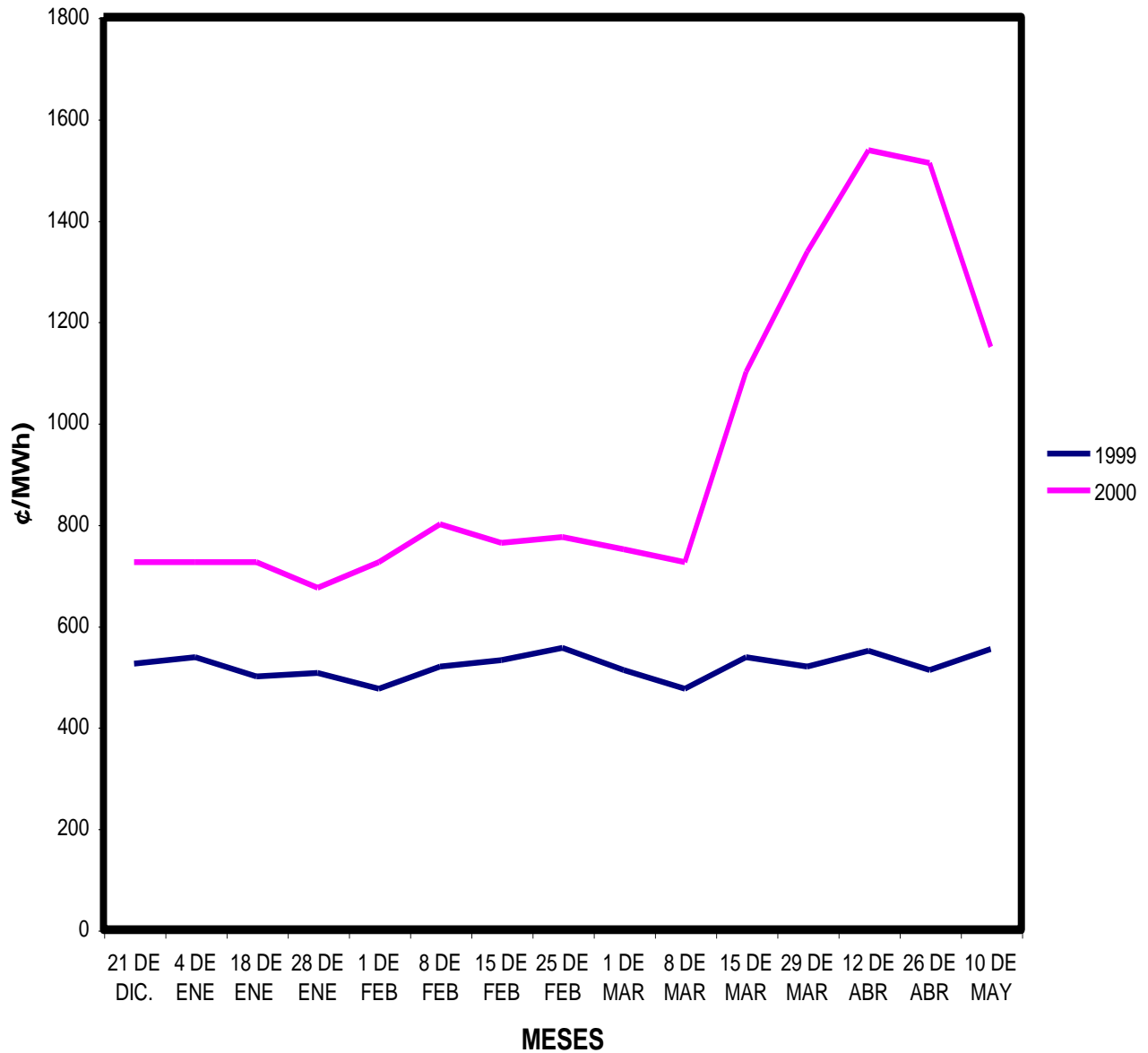
■ PRIVADO:NEJAPA POWER, 144.5MW

**GRAFICO 2: EVOLUCION DEL PETROLEO WTI EN \$/BARRIL. DE
NOVIEMBRE DE 1999 A MARZO DE 2000.**



MESES
FUENTE: Wtrg Economics

**GRAFICO 3: PRECIOS PROMEDIO DE LA ENERGIA ELECTRICA
(¢/MWh)**



FUENTE: UNIDAD DE TRANSACCIONES

CAPITULO II

CONCEPTOS GENERALES

2.1.- AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort, o bien las necesarias para una actividad determinada. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. La capacidad del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva; el tipo de control a utilizar dependerá de las condiciones que deben mantenerse durante las cargas máximas y parcial. Generalmente, es imposible saber las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo estimado de dicha carga.

Antes de hacer la estimación de la carga es necesario realizar un estudio completo que garantice la exactitud de la evaluación. Si se examinan minuciosamente las condiciones del local y de la carga real instantánea, podrá proyectarse un sistema económico, de funcionamiento uniforme y exento de averías.

Una de las funciones más importantes de un local es la de procurar condiciones confortables a los ocupantes, de acuerdo con el tipo de actividad que tengan que desarrollar en su interior.

La diferencia entre el clima exterior e interior produce movimientos de materia y energía a través de las paredes de la edificación, cuya magnitud dependerá de la eficiencia del revestimiento de la construcción. En la medida que el edificio o construcción este bien diseñado, se reducirán los requerimientos de aportaciones externas por aire acondicionado.

Resulta evidente que las condiciones climatológicas del exterior de un local intervienen directamente en las condiciones ambientales interiores. Para comprender esto conviene analizar las influencias a que se encuentra sometida todo el edificio en análisis.

Temperatura exterior: Si ésta es inferior a la deseada en el interior, el efecto será de enfriamiento o pérdida de calor. Si es superior, habrá un calentamiento o ganancia de calor.

Radiación solar: Su efecto se traducirá siempre en un calentamiento o ganancia de calor.

Iluminación artificial: Todas las fuentes artificiales de luz son una forma de energía que entra al local o edificio y produce calentamiento o ganancia de calor, en virtud de su eficiencia de conversión.

Maquinaria y equipos: La maquinaria para la producción o auxiliar utiliza energía para su funcionamiento y una parte de ella es disipada al ambiente a causa de las inevitables pérdidas; en consecuencia, la maquinaria y equipos producen calentamiento, o ganancia de calor.

Personas: La ocupación por personas genera calor y origina una ganancia de calor, cuya cantidad depende del tipo de actividad desarrollada.

Las técnicas modernas de ahorro de energía en aire acondicionado, empiezan por aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece el diseño adecuado o bioclimático de las edificaciones, en las cuales se aprovecha al máximo la iluminación proporcionada por el sol, las corrientes de viento que pueden ventilar o enfriar, la orientación adecuada de los edificios para disminuir o aumentar la contribución solar, el uso de materiales aislantes para intercambiar menos energía con el exterior, etc.

2.1.1.- CARACTERISTICAS DEL LOCAL Y FUENTES DE CARGA TERMICA

Para una estimación realista de la carga de refrigeración, es requisito fundamental, el estudio de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. Es indispensable en la estimación que el estudio sea preciso y completo, no debiendo subestimarse su importancia. Forman parte de este estudio, los planos arquitectónicos, croquis sobre el terreno y en algunos casos, fotografías de aspectos importantes del local. En todo caso, deben considerarse los siguientes aspectos físicos:

- 1) *Orientación del edificio:* Situación del local a acondicionar con respecto a:
 - a) Puntos cardinales, efectos del sol y viento
 - b) Estructuras permanentes próximas (efecto de sombra)
 - c) Superficies reflectantes, tales como agua, arena, estacionamientos, etc.
- 2) *Destino del local:* oficinas, hospital, locales comerciales, instituciones educativas, fábricas, etc.
- 3) *Dimensiones del local:* largo, ancho y alto
- 4) *Altura del techo:* de suelo a suelo, de suelo a techo, espacio entre el cielo raso y las vigas.
- 5) *Materiales de construcción:* Materiales y espesor de las paredes, techos y suelos.
- 6) *Condiciones de circunambiente:* Color exterior de las paredes y techumbre, sombra proyectada por edificios adyacentes y luz solar.
- 7) *Ventanas:* Dimensiones y situación, marcos de madera o metal, cristal simple o múltiple, tipo de persiana, etc.

- 8) *Puertas*: Situación, tipo, dimensiones y frecuencia de empleo.
- 9) *Ocupantes*: Número, tiempo de ocupación, naturaleza de su actividad, alguna concentración especial. Algunas veces es preciso estimar los ocupantes a base de metros cuadrados por persona.
- 10) *Alumbrado*: Con referencia al tipo de iluminación incandescente, fluorescente, directa o indirecta. Si el alumbrado es indirecto debe ser previsto el tipo de ventilación que tiene. Si se carece de información exacta, se recurre a hacer un cálculo de la iluminación en vatios por metro cuadrado.
- 11) *Funcionamiento continuo o intermitente*: Si el sistema debe funcionar cada día laborable o solamente en ocasiones. Si el funcionamiento es intermitente hay que determinar el tiempo disponible para la refrigeración previa o preenfriamiento.

2.1.2.- ESTIMACION DE LA CARGA DEL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

La estimación de la carga sirve de base para seleccionar el equipo de acondicionamiento. Debe tenerse en cuenta, el calor procedente del exterior, lo mismo el calor que se genera en el interior del local.

La hora de carga máxima puede establecerse generalmente por simple examen de las condiciones del local; no obstante, en algunos casos, deben hacerse estimaciones a diversas horas del día. En realidad, rara vez ocurre que todas las cargas alcancen su máximo a la misma hora.

Cuando existen sistemas de aire acondicionado, es de gran importancia disminuir la carga térmica, ya que cada KWH de pérdidas en forma de calor requiere 3412 BTU de aire acondicionado. Como cada tonelada de aire acondicionado

equivale a 12000 BTU, cada 3.5 KWH evitados ahorran una tonelada de aire acondicionado.

2.1.3.- CARGAS EXTERIORES

Las cargas exteriores consisten en:

- 1) *Rayos de sol que entran por las ventanas:* La ganancia de calor solar suele reducirse por medio de pantallas en el interior o exterior de las ventanas. Debe tenerse en cuenta que toda o parte de la ventana puede estar sombreada por los salientes o edificios próximos. Una gran parte del calor solar es energía radiante y será almacenada en el local a refrigerar.
- 2) *Rayos de sol que inciden sobre las paredes y techos:* Estos, junto con la elevada temperatura del aire exterior, hacen que fluya calor en el espacio acondicionado.
- 3) *Temperatura del aire exterior:* Una temperatura del exterior más alta que la del interior hace que el calor fluya a través de ventanas, paredes, suelos y techos.
- 4) *Viento contra una pared del edificio:* El viento hace que el aire exterior, con mayor temperatura y contenido de humedad se infiltre a través de las rendijas de las puertas y ventanas, con lo que resulta una ganancia de calor latente y sensible. Toda o parte de esta infiltración puede anularse por el aire que se introduce a través del aparato de acondicionamiento.

2.1.4.- CARGAS INTERNAS

La carga interna o calor generado en el local depende de la aplicación. Lo mismo que la ganancia de calor solar, algunas ganancias internas consisten en el calor radiado que es parcialmente almacenado y, por tanto, incrementa la carga impuesta al equipo acondicionador.

Generalmente, las cargas internas, provienen de algunas de las siguientes fuentes:

- 1) *Personas*: El cuerpo humano, en razón de su metabolismo, genera calor en su interior y lo cede por radiación, convección y evaporación desde su superficie, y por convección y evaporación a través del sistema respiratorio. La cantidad de calor generado y disipado depende de la temperatura ambiente y del grado de actividad de la persona.
- 2) *Alumbrado*: Los elementos de iluminación convierten la energía eléctrica en calor y en luz. Una parte de este calor es radiante y se almacena parcialmente en el local.
- 3) *Equipos en general*: El equipo utilizado dentro de los edificios funcionan a base de electricidad, y por el proceso de conversión de la misma en la máquina, una parte de la energía se convierte en calor.

2.1.5.- CALOR

El calor se puede definir como la forma de energía que es transferida de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura. Las unidades de medida más conocidas para el calor son la unidad térmica británica (BTU) y la caloría (cal).

El calor específico (c) de cualquier sustancia, es la cantidad de energía en Kcal, necesaria para incrementar la temperatura de 1 Kg masa en un grado centígrado. El calor específico de una sustancia, también se define como la cantidad de calor en BTU necesaria para incrementar la temperatura de una libra de masa en un grado Fahrenheit. El calor específico de una sustancia varía en cuanto cambia el estado de la misma. Así, por ejemplo el agua, su calor específico es de 1.0 BTU/Lb °F, pero como sólido su valor es de 0.5 y 0.48 en estado gaseoso.

2.1.6.- CANTIDAD DE CALOR

La cantidad de calor es distinta a lo que es intensidad de energía (temperatura), por que tiene en cuenta no sólo la temperatura de la sustancia que se está midiendo, sino también su peso.

2.1.7.- FORMAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Conducción: Cuando existe un gradiente de temperatura en un cuerpo, se establece una transferencia de energía de la región de alta temperatura a la región de baja. El fenómeno de transferencia de calor por conducción es un proceso de propagación de energía en un medio sólido, líquido o gaseoso, mediante comunicación molecular directa entre cuerpos a distintas temperaturas.

Convección: El fenómeno de transferencia de calor por convección es un proceso de transporte de energía que se lleva a cabo como consecuencia del movimiento. Si se tiene una placa metálica cuya superficie se mantiene a una temperatura T_s , la cual disipa el calor hacia un fluido cuya temperatura es T_α , la experiencia indica que el sistema disipará más calor conforme se incrementa la velocidad del fluido. De esto se deduce que la velocidad del fluido tiene un efecto importante sobre la transferencia de calor en la superficie.

Radiación: En contraste con los mecanismos de transferencia de calor por conducción y convección, en donde el transporte de energía térmica requiere de un medio material para ser llevado a cabo, el calor puede propagarse por radiación sin necesidad de un medio físico, incluso en el vacío.

La velocidad de producción de calor depende en gran medida de la actividad muscular y puede variar desde menos de 400 Btu por hora para un adulto en reposo a más de 2500 Btu por hora para trabajo pesado. La tabla 2.1 muestra las velocidades de producción de calor del cuerpo para un hombre adulto promedio y

para varios tipos de actividad. La tabla 2.2 muestra las velocidades de ganancia de calor y humedad debida a los ocupantes de un espacio acondicionado.

CALCULOS APROXIMADOS DE PRODUCCION DE CALOR DEL CUERPO PARA VARIOS TIPOS DE ACTIVIDAD		
CLASE DE TRABAJO	ACTIVIDAD	Btu / hr
Trabajo Ligero	Durmiendo	250
	Sentado tranquilo	400
	Sentado con movimientos moderados de tronco y brazos (ejemplo: trabajo de oficina, escritura a máquina)	450-550
	Sentado con movimientos moderados de brazos y piernas (ejemplo: tocando el órgano, conduciendo un coche)	550-650
	De pie, con ligero trabajo de banco o máquina, principalmente los brazos	550-650
Trabajo Moderado	Sentado, con movimientos pesados de brazos y piernas	650-800
	De pie, con ligero trabajo de máquina o banco y algún movimiento alrededor	650-750
	De pie, con trabajo moderado de máquina o banco y algún movimiento alrededor	750-1000
	Caminando, con levantamientos o empujes moderados	1000-1400
Trabajo pesado	Levantamiento, empuje o arrastre pesados intermitentes (ejemplo: trabajo de pico y pala)	1500-2000
	El trabajo más duro sostenido	2000-2400

Tabla 2.1.- Velocidad de producción de calor del cuerpo para un hombre adulto promedio y para varios tipos de actividad.

VELOCIDADES DE GANANCIA DE CALOR Y HUMEDAD DEBIDA A LOS OCUPANTES DE UN ESPACIO ACONDICIONADO

GRADO DE ACTIVIDAD	APLICACIÓN TÍPICA	GANANCIA DE CALOR SENSIBLE Btu/hr	GANANCIA DE CALOR LATENTE Btu/hr	GANANCIA DE CALOR TOTAL Btu/hr	GANANCIA DE HUMEDAD lb/hr
Sentado en reposo	Teatro	225	105	330	0.11
Sentado con trabajo muy ligero	Oficinas, hoteles	245	155	400	0.16
Trabajo de oficina moderado, de pie, trabajo ligero o andando lentamente	Oficinas, almacenes, bancos	250	200	450	0.21
Trabajo sedentario	Restaurante	275	275	550	0.29
Trabajo ligero de banco	Factorías	275	475	750	0.5
Baile moderado	Baile público	305	545	850	0.58
Trabajo moderadamente pesado	Factorías	375	625	1000	0.66
Trabajo pesado	Factorías	580	870	1450	0.92

Valores aplicados a un hombre de 70 kg sin pausas de reposo

Tabla 2.2.- velocidades de ganancia de calor y humedad debida a los ocupantes de un espacio acondicionado.

2.1.8.- FRÍO

Frío es un término relativo que describe el nivel de energía, o temperatura, de un objeto o de un área, en comparación con un nivel o temperatura conocido.

2.1.9.- VENTILACION

Mediante la ventilación se mantiene y controla el grado de pureza del aire de un recinto; además, ayuda a mantener niveles aceptables de temperatura y humedad. El consumo de energía por este proceso se debe a los siguientes aspectos:

- ✓ Para mover el aire a través de los conductos existentes entre el aire ambiente limpio exterior y el espacio interior a acondicionar.

- ✓ Para enfriar y secar el aire exterior caliente y húmedo, hasta alcanzar las condiciones interiores requeridas

La energía empleada es función directa de la cantidad de aire a manejar; por ello el flujo másico del aire exterior a introducir a un local debe ser cuidadosamente calculado para no sobredimensionar la potencia del equipo necesario. Así mismo, debe tenerse precaución de disminuir y controlar las infiltraciones no deseadas de aire externo.

En la tabla siguiente se presentan algunos valores sugeridos de los valores recomendados de niveles de ventilación.

Valores de ventilación recomendados	
Aplicación	Flujo de aire exterior (m³/h persona)
Viviendas	10
Restaurantes	20
Cafeterías	40
Cocinas	50
Despachos y Oficinas	20
Salas de reuniones	50
Fábricas	15
Laboratorios	25

Tabla 2.3.- Valores de ventilación recomendados en diferentes locales

2.1.10.- DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Sistemas de ventilación ambiental

Existen tres tipos de sistemas de ventilación:

Extracción: El aire interior de la zona a ventilar es renovado mediante su extracción con ventiladores axiales o centrífugos, los cuales extraen el aire a través de aberturas en la pared o por sistemas de ductos. La entrada de aire debe estar lo más alejado posible del ventilador de extracción para evitar la existencia de zonas sin ventilar.

Impulsión: En este sistema el aire es impulsado dentro del lugar a ventilar por medio de ventiladores, los cuales introducen el aire a la construcción a través de aberturas en las paredes o por un sistema de conductos. Con estos sistemas el local estará a una presión ligeramente superior de la exterior, lo cual impide la entrada de aire y partículas no deseadas.

Impulsión-Extracción: Un control de la ventilación se logra usando a la vez ventiladores de impulsión y extracción; de esta manera se asegura una distribución uniforme del aire. Con este sistema se puede tener la zona ventilada en sobrepresión o depresión respecto al exterior, según convenga.

2.1.11.- COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Un sistema de aire acondicionado consta de los siguientes elementos:

Ventiladores: Hay tres tipos básicos de ventiladores:

Ventiladores centrífugos: Este tipo de ventilador está formado por una turbina que gira dentro de una envolvente, que tiene dos bocas: la de aspiración, situada en

el eje de la turbina, y la de impulsión, perpendicular a este eje. El aire entra en forma axial, gira en ángulo recto a través de los álabes y es despedido en forma radial. La finalidad de la envolvente es transformar la presión estática en dinámica desarrollada en la extremidad de los álabes.

Ventiladores helicoidales: Este tipo de ventiladores tienen un amplio campo de aplicación, en donde la resistencia al flujo de aire es baja. Por regla general se usan en lugares donde no hay sistema de conductos o en el caso de que la pérdida de carga sea mínima. En la mayoría de los casos mueve el aire a través de un orificio en la pared.

Constan de una hélice con cuatro o más álabes, colocados de manera angular con relación al eje. Los ventiladores pueden ser de accionamiento directo o por correas trapezoidales. Se aplican para desplazar el aire bajo condición de libre aspiración y descarga, o en caso de presiones estáticas inferiores a los 15 mm.c.d.a.

Ventiladores axiales: Estos ventiladores comprenden impulsores con álabes de sección aerodinámica, girando dentro de una carcasa cilíndrica. El flujo de aire a través del ventilador es prácticamente paralelo al eje del impulsor. El rendimiento normal de estos ventiladores está entre 70 y 80%.

Condensadores refrigerados por aire: En este tipo de condensadores, el refrigerante que llega del compresor es enfriado y licuado en un radiador provisto de aletas, montado sobre un marco metálico, que es atravesado por una corriente de aire exterior producida por uno o más ventiladores.

El condensador refrigerado por aire tuvo sus inicios en las unidades pequeñas de ventana, pero, en virtud de que no consume agua, empieza a tener gran éxito en otras aplicaciones. Adicionalmente, tiene la ventaja de que no se producen infiltraciones, corrosión ni hielo.

Compresor: La principal función de un compresor es aumentar la presión de evaporación, hasta la presión a la cual el gas puede ser condensado. La función principal del compresor produce algunas funciones secundarias, tal que la elevada presión de descarga proporciona la energía necesaria para hacer que el refrigerante circule a través de la tubería y el equipo, venciendo la resistencia de la fricción.

Intercambiador de calor: El intercambiador de calor es un dispositivo que se utiliza para transferir el calor del refrigerante al medio ambiente.

2.1.12.- EQUIPOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

Para mantener unas condiciones climáticas constantes en el interior de los edificios, una instalación de climatización reúne una serie de equipos y elementos que deben funcionar de forma sincronizada entre sí, de la forma más simple posible y con el mínimo costo de consumo de energía. Es deseable que las instalaciones funcionen de forma automática, sin intervención manual, y de forma tal que las continuas variaciones de estados de funcionamiento que se produzcan sean controladas de forma automática. Para ello se instalan sistemas de regulación y control automático del funcionamiento de las instalaciones de climatización.

Se pueden clasificar en función de su evolución en el tiempo:

- ✓ Sistemas de tipo electromecánico

- ✓ Sistemas electrónicos

- ✓ Sistemas digitales

A su vez, de acuerdo con el tipo de función de cada elemento de control, se dividen en:

a) Elementos de detección

- ✓ Termostatos
- ✓ Humidostatos
- ✓ Presostatos
- ✓ Sensores

b) Elementos de regulación

- ✓ Reguladores
- ✓ Programadores
- ✓ Optimizadores
- ✓ Controladores

c) Elementos de acción

- ✓ Válvulas motorizadas
- ✓ Servomotores

2.1.13.- SISTEMAS DE CONTROL ELECTROMÉCANICO

Son los sistemas más tradicionales. Hoy día prácticamente superados en la mayoría de las aplicaciones de regulación por los sistemas electrónicos y digitales, pero que todavía se utilizan para determinadas funciones de control. Las funciones

de control que realizan estos sistemas generalmente se limitan al control de la temperatura en el agua de un circuito, conductos, en el ambiente exterior o interior, etc.

En función de la temperatura del ambiente controlado y de la temperatura consignada en el elemento de control, estos elementos actúan sobre el estado de funcionamiento de uno o varios elementos de una instalación, pero siempre actuaciones todo-nada, es decir, no producen una regulación como tal de la variable controlada, sino que actúan sobre el estado de funcionamiento o posición de un elemento de regulación, eligiendo entre dos posiciones o estados.

2.1.14.- SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO

Estos sistemas son los utilizados normalmente, en la actualidad cuando se precisa de una regulación proporcional del elemento actuador de regulación. El sistema actúa de la siguiente forma: un sensor mide la magnitud de la variable controlada y la transmite a un elemento regulador de tipo electrónico, que, en función de la magnitud de la variación detectada, actúa sobre el elemento regulador posicionándolo proporcionalmente a la desviación de la magnitud detectada con relación al valor de consigna de la misma.

2.1.15.- SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL

El control digital permite una gran exactitud en la medición de las variables controladas, así como una gran precisión y rapidez de respuesta de los elementos de acción. Se basa en los elementos denominados genéricamente controladores distribuidos, dotados de microprocesador, al que se conectan los sensores de detección, así como todos los elementos que se desean controlar. Al controlador le llegan señales de los elementos detectores, que pueden ser fundamentalmente de dos tipos:

✓ De entradas analógicas

✓ De entradas digitales

Las entradas analógicas corresponden a los sensores que miden magnitudes variables, es decir, que pueden presentar diferentes valores dentro de una gama de variación. Las entradas digitales corresponden a estados todo-nada, que suelen tener únicamente dos valores. Dentro de las entradas digitales, se consideran las entradas correspondientes a medición de horas de funcionamiento, consumo de electricidad, etc., que se transmiten por medio de impulsos que el controlador cuenta.

2.1.16.- EQUIPOS PARA AIRE ACONDICIONADO

Equipos de ventana

Las ventas anuales de mas de 50 millones de unidades muestran claramente que los equipos de ventana de una pieza satisfacen una necesidad, enfriar el área inmediata, aunque en realidad, los efectos del enfriamiento se pueden extender a otras áreas si hay una buena circulación. No todas las veces se instalan en las ventanas. Algunos modelos pueden ser instalados permanentemente en la pared. Esta es una alternativa común en instalaciones de bajo costo.

Las capacidades de las unidades de ventana varía desde 5,000 BTU/h hasta más de 30,000 BTU/h. En términos de la operación hay poco o casi nada que pueda hacerse para controlar el comfort, excepto tal vez por la dirección de las persianas, en el lado de la descarga, pueda modificarse para reducir al mínimo las corrientes molestas de aire. El cambio de filtro es el requisito esencial de servicio de mantenimiento.

En resumen, el equipo de ventana satisface una necesidad muy precisa; el enfriamiento de un sitio reducido a un costo mínimo y con la posibilidad de cambio de

sitio del equipo de aire acondicionado. Ambas condiciones eliminan totalmente la posibilidad de instalación de un sistema central.

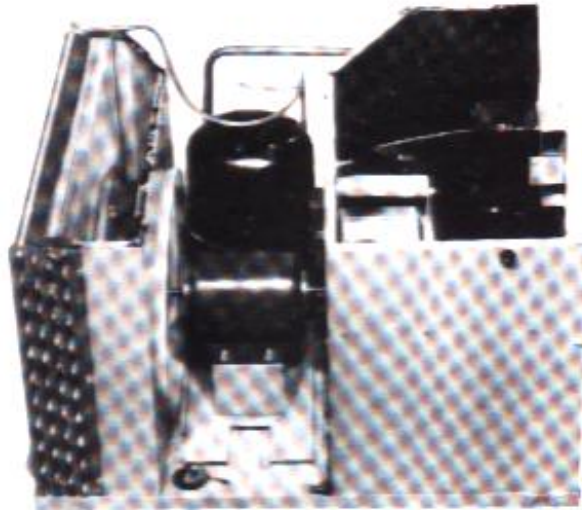


Figura 2.1.- Equipo de aire acondicionado tipo ventana

Unidad para cuarto de computadora

Otra forma del equipo de enfriamiento de paquete sencillo, es la llamada unidad para sala de computadoras. Su diseño se basa en el hecho de que las salas para computadoras tienen pisos elevados para acomodar debajo toda una cantidad de conexiones electrónicas entre las distintas partes del equipo. Este piso elevado forma un plenum natural que sirve para la distribución del aire de suministro, o como cámara de retorno dependiendo del diseño específico del aire acondicionado.

Los filtros de alta eficiencia y el sistema de humidificación son parte integral del equipo, ya que son de suma importancia para obtener el aire limpio y las humedades constantes que se requieren. El tamaño varía desde las 3 hasta las 15 toneladas. De los tamaños de 7 ½ toneladas en adelante, las unidades emplean

generalmente compresores múltiples para disponer de una reducción de capacidad más alta y de un control más exacto.

Las computadoras trabajan frecuentemente 12 horas al día durante todo el año, lo que obliga al equipo de aire acondicionado a operar bajo las condiciones de todo tipo de climas. Así pues, la selección y operación de la unidad de condensación debe ser cuidadosamente planeada. Algunas unidades usan un condensador de refrigerante remoto enfriado por aire, que incluye controles para regular la velocidad de los ventiladores, durante períodos fríos, para mantener así determinada presión de descarga. También pueden disponer los sistemas de circuitos múltiples de compresores, para tener así varias etapas y pasos de enfriamiento. Estas unidades están disponibles también con el condensador convencional enfriado por agua.

2.1.17.- OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO

Las instalaciones de aire acondicionado, consumen una cantidad considerable de energía. Este consumo se debe racionalizar y optimizar, de manera que resulte el mínimo consumo, compatible con la obtención de las condiciones de bienestar para los que fueron diseñados.

Se han desarrollado técnicas, tanto en la construcción de los equipos que integran las instalaciones, como en el diseño de las mismas, que contribuyen notablemente a conseguir el objetivo de optimización del consumo energético. En este sentido, en el diseño y proyecto de las nuevas instalaciones se deberán considerar aspectos encaminados a racionalizar el consumo energético, tales como:

- ✓ Calidad, espesor, etc., del aislamiento de tuberías y ductos

- ✓ Utilización de equipos de alta eficiencia energética

- ✓ Diseño de sistemas de mantenimiento preventivo adecuados
- ✓ Cambio de conducta de las personas que utilizan las instalaciones con aire acondicionado

Aire acondicionado e iluminación

La cantidad de calor producida por la iluminación, la maquinaria y los ocupantes de un área de trabajo es en general suficiente como para justificar la instalación de un sistema de ventilación o de aire acondicionado.

Un sistema comercial de aire acondicionado de gran escala generalmente consta de tres partes:

1. La planta de aire acondicionado.
2. Los conductores que comprenden el sistema de distribución de aire.
3. Los sistemas de monitoreo y control.

El propósito de una instalación de aire acondicionado es aumentar la comodidad de las siguientes maneras:

- Proporcionando aire limpio, fresco y extrayendo aire usado
- Enfriando una habitación de manera tal que la temperatura se mantenga según lo requerido.
- Manteniendo la humedad relativa requerida.

Factores Climáticos

Existen cinco factores climáticos interrelacionados que deben considerarse:

1. La temperatura del aire
2. La velocidad de movimiento del viento
3. La humedad relativa
4. La cantidad de radiación de calor
5. La frecuencia de renovación del aire.

Para cada uno de estos seis valores hay una escala de comfort, y en general no es posible compensar la falta o falla de uno prestando más atención a otro.

Una investigación acerca del comfort del trabajador ha establecido los siguientes lineamientos con respecto a cada uno de estos factores:

Temperatura del Aire. La temperatura del aire debe variar entre 18 °C y 22 °C. Además, para mantener la diferencia de temperatura entre los pies y la cabeza dentro de límites aceptables, la gradiente vertical de la temperatura del aire no debe exceder los 2.5 C/m.

Movimiento del Aire. En términos generales, en oficinas, es aceptable un movimiento del aire de entre 0.15m/s y 0.25m/s.

Humedad Relativa. La humedad relativa de una oficina debe ser de entre 30 y 70 por ciento, con una variación de entre 40 y 60 por ciento a 22 °C.

Temperatura de la Superficie de la Habitación. Para obtener un ambiente de trabajo cómodo, la temperatura media de las paredes no debe ser más de 3 °C más baja que la del aire, y es aconsejable que sea un poco más alta.

Radiación de Calor. La radiación máxima permitida de lámparas y luminarias es de 40W/m².

Frecuencia de Renovación del Aire. Las personas requieren sólo de una pequeña cantidad de aire puro para respirar. Sin embargo, en la práctica se necesita mucho más aire puro para reducir la concentración de dióxido de carbono a un nivel aceptable, y para reducir los olores existentes a un límite socialmente tolerable.

En condiciones normales, un suministro de 14 litros/segundo (50 metros cúbicos por hora) de aire limpio y puro por persona se considera adecuado. Esto se puede reducir a un mínimo de 8 litros/segundo en una oficina en la que pocas personas fuman, pero debe incrementarse hasta unos 25 litros/segundo por persona, por ejemplo, en una sala de conferencias en la que se vaya a fumar mucho.

Carga Térmica. El clima interior recibe la influencia interna de:

- La radiación solar:

Carga de calor que depende de la latitud, las condiciones atmosféricas, la orientación de la habitación, los edificios vecinos, el tamaño de las ventanas, la construcción de la fachada y el grado de sombra que proyecte el sol.

- Convección / conducción:

Carga de calor que depende de la relación entre el área de ventanas y el área de la fachada, el tipo de material utilizado para las ventanas, la fachada y el piso.

- La influencia interna de:
 - La potencia instalada para la iluminación
 - El número de personas por metro cuadrado: carga de calor aproximada de 100W por persona.
 - La cantidad de potencia instalada para las máquinas de la oficina, etc.

Cualquier cambio en la carga térmica va acompañada en un cambio en el volumen de aire o en la diferencia de temperaturas, o en ambos, si se desea mantener constante la temperatura dentro del interior.

En sistemas de iluminación convencionales la mayor parte de calor disipado por la instalación penetra en el interior, del cual debe ser sacado después por el sistema de aire acondicionado. Contrariamente en un sistema integrado de ventilación y aire acondicionado, la mayor parte de este calor se elimina directamente desde la luminaria, sin penetrar en el interior. Esto se hace sacando el aire usado de la habitación a través de aberturas en las luminarias en lugar de hacerlo por grillas separadas en el cielorraso.

Algunos de los beneficios de dicha integración son:

- Carga de calor reducida en el sistema de aire acondicionado, con una reducción en el costo operativo.
- Radiación de calor reducida de lámparas y luminarias hacia el interior, con una mejora consecuente del confort físico de los ocupantes.
- Temperatura reducida del aire que rodea las lámparas, con un aumento del flujo luminoso de las mismas (figura 2.2), y por lo tanto de su eficiencia.

- La posibilidad de utilizar un solo elemento para la iluminación y el manejo de aire (principalmente por razones estéticas).

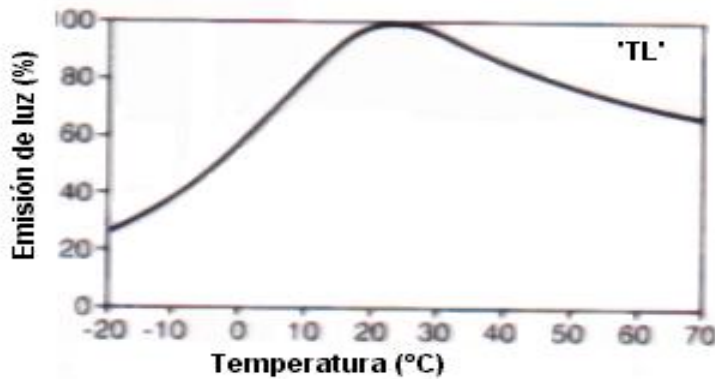


Figura 2.2.- Relación entre la emisión de luz de una lámpara fluorescente tubular y la temperatura ambiente.

Sistemas Básicos de Manejo de Aire

Actualmente existen tres tipos de sistemas integrados de manejo de aire: de retorno por pleno, de conducto simple y de doble conducto. Es común en estos tres tipos de sistemas el uso de un espacio entre un cielorraso suspendido (o falso) y uno fijo arriba (el denominado pleno) para albergar el suministro de aire y/o el conducto de salida de aire. Los sistemas difieren en el método adoptado para suministrar y extraer el aire.

Manejo de Aire de Retorno por Pleno. En este sistema (fig. 2.3) el suministro se conduce a través de una red de distribución hacia difusores individuales de suministro de aire construidos en el cielorraso. El pleno, que tiene una presión más baja que la habitación, actúa como un conducto para el aire de vuelta, que es extraído a través de aberturas en las luminarias.

Debido a que el aire de vuelta absorbe una cantidad considerable de calor producido por la iluminación, el pleno estará caliente. Parte del calor absorbido por el

pleno será transferido hacia la habitación de abajo a través del cielorraso falso y parte de él subirá hacia el piso de arriba. La cantidad de calor absorbida y transferida de esta manera depende de la de la aislación de calor del pleno y del volumen del aire de vuelta.

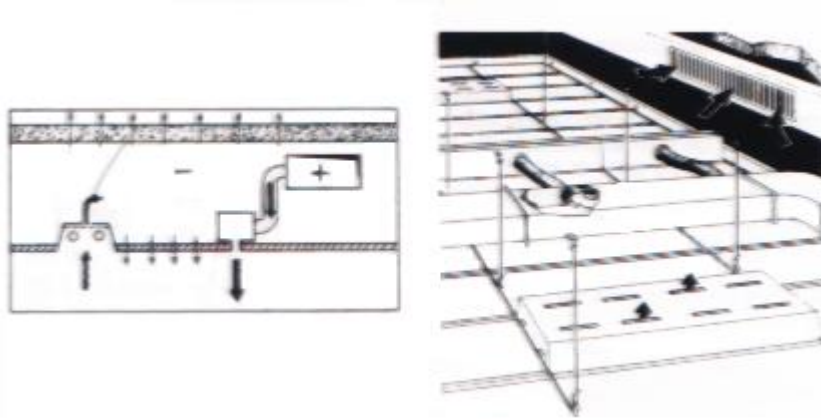


Figura 2.3.- Sistema de Manejo de Aire de Retorno por Pleno.

Ventaja:

Las luminarias no están conectadas al conducto. Esto significa que las cajas del pleno (Las piezas de unión normalmente necesarias en cada luminaria para la interfase con el conducto).

Desventajas:

1. El cielorraso falso no está herméticamente sellado, lo que significa que el aire también se eliminará a través de pérdidas en el cielorraso (cuanto mayor sea la diferencia de presión entre el pleno y la habitación, mayor será la pérdida). Esto resulta en una corriente de aire menor a través de las luminarias y en un aumento en la carga térmica.
2. El calor producido por la iluminación no se reduce al mínimo.

Aplicación:

El cielorraso integrado con un pleno negativo (baja presión) sólo se debe elegir si el número requerido de cambios de aire por hora no excede seis.

Manejo de Aire de Retorno por Conducto Simple. El pleno de presión positiva utilizado en este sistema (Figura 2.4) actúa como un suministro del aire que entra hacia el interior, el aire ingresa hacia la habitación vía los elementos de suministro de aire (Ej. Los difusores de flejes) montados entre los paneles del cielorraso. El aire de vuelta se extrae a través de aberturas en las luminarias y se elimina por medio del conducto. Cabe mencionar que los elementos de suministro de aire no deben estar montados tan cerca de la luminaria como que para que el aire que ingresa no sea eliminado antes de cumplir su tarea.

El aire suministrado se calentará en cierta medida durante su pasaje a través del pleno por el contacto con el conducto de salida que está caliente. Sin embargo, a diferencia del sistema de retorno por pleno, la temperatura media del aire en el pleno estará por debajo de aquella del aire en las habitaciones de arriba y de abajo. Por lo tanto habrá un flujo de calor neto hacia adentro del pleno más que hacia fuera de éste.

Ventajas:

1. Los flejes de inyección no están conectados al conducto de suministro principal, por lo tanto no se requiere un sistema de conductos.
2. La baja temperatura del pleno y del cielorraso falso reduce la radiación de las superficies que los rodean.

Desventajas:

1. Habrá intercambio de calor entre el aire de retorno y el aire en el pleno a menos que la luminaria y el sistema de conductos estén bien aislados.
2. Cualquier alteración de la presión dentro del pleno o pérdidas en el cielorraso suspendido producirán una distribución de aire dispareja en la habitación.



Figura 2.4.- Sistema de Manejo de Aire por Conducto Simple.

Aplicación:

El pleno positivo se debe elegir para uso en áreas que tienen un cielorraso bajo (distancia entre el piso y el cielorraso suspendido de aproximadamente 2.5m). en dichas áreas, es difícil suministrar aire utilizando unidades de inyección sin causar turbulencia.

Manejo de Aire por Conducto Doble. Este sistema (Figura 2.5) tiene dos redes de conductos, una para distribuir el aire suministrado a difusores de aire individuales y la otra para extraer el aire de retorno vía aberturas en las luminarias.

Ventajas:

1. Con el sistema por conducto doble es posible obtener la máxima reducción del calor producido por la iluminación.
2. Tanto el aire suministrado como el aire extraído pueden ser fácilmente controlados.

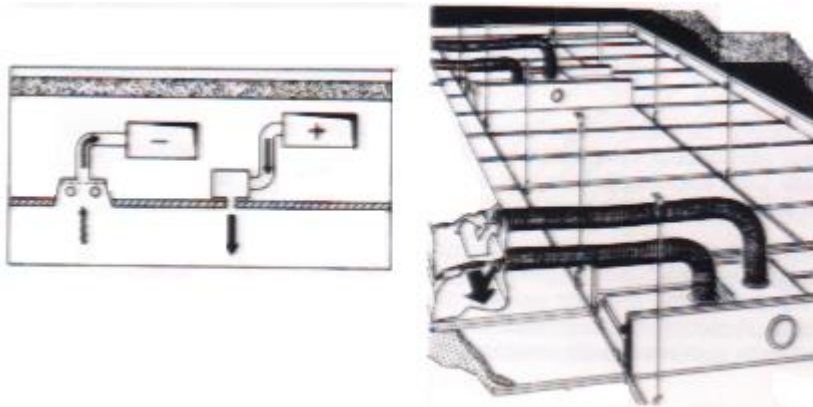


Figura 2.5.- Sistema de Manejo de Aire por Conducto Doble.

Desventaja:

Se requieren una gran cantidad de conductos debido a que tanto las luminarias como los elementos de suministro de aire deben estar conectados al conducto principal.

Aplicación:

El sistema por conducto doble se debe elegir cuando sea ineficaz usar uno de los otros dos sistemas.

2.2.- MOTORES

2.2.1.- AHORRO DE ENERGÍA EN LA SELECCIÓN DEL MOTOR.

La compra e instalación de motores de alta eficiencia resulta una atractiva inversión comparada con los motores de eficiencia normal, considerando las mismas condiciones de operación, ya que esto reduce considerablemente las pérdidas de energía eléctrica.

A la hora de comprar un motor, se recomienda realizar una evaluación económica, en la que se incluya análisis de costos por ciclos de vida. Lo cuál será más complejo conforme la cantidad de motores aumenta, lo que implica un análisis más detallado.

Además, el comprador se verá en la necesidad de comparar dos o más motores, por lo que debe considerar los siguientes aspectos: los tipos de motores involucrados, las horas anuales de operación, la carga del motor, el costo de la energía eléctrica y las eficiencias de los motores, los cuales son los datos básicos que se emplean para seleccionar un motor de eficiencia estándar y de alta eficiencia o bien entre dos motores de alta eficiencia de diferentes fabricantes. Es indispensable que los valores de eficiencia estén expresados en la misma base; es decir, comparar eficiencia normal contra normal o garantizada contra garantizada.

El ahorro anual puede estimarse por medio de la siguiente fórmula:

$$Aa = (C.P.) * 0.746 * N * (\text{¢} / KWh) * \left(\frac{100}{E_B} - \frac{100}{E_A} \right)$$

Donde:

Aa : Ahorro anual

C.P. : caballos de potencia del motor

N : número de horas de operación al año.

ϕ /KWh : costo de la energía eléctrica

E_B : eficiencia del motor B

E_A : eficiencia del motor A

2.2.2.- AHORRO DE ENERGÍA EN LA OPERACIÓN

Durante la operación, la eficiencia de un motor puede ser afectada por factores como variaciones de frecuencia (El límite permitido de variación de la frecuencia esta entre 95 y 105% de la nominal), variaciones de voltaje (Él límite permitido de variación de la tensión está entre 90 y 110% de la nominal)

2.2.3.- VARIACIÓN DE TENSIÓN Y VOLTAJE DESBALANCEADO.

Las variaciones ligeras de tensión, no afectan de forma notoria la eficiencia de un motor que está operando a plena carga. Esto se debe a que el efecto neto de las pérdidas, (pérdidas por efecto Joule y pérdidas magnéticas) es pequeño cuando el motor está operando a plena carga. Por el contrario, a medida que la carga del motor disminuye, el efecto neto de éstas pérdidas aumentan, afectando de forma significativa la eficiencia del motor.

La mayor parte de bajo de voltaje se debe a una caída excesiva de voltaje en los alimentadores del motor. La variación de carga durante el día puede provocar variaciones de voltaje en los terminales del motor.

El voltaje desbalanceado también afecta la eficiencia de un motor, es decir, que a medida que aumenta el porcentaje de desbalance, se incrementan las

pérdidas en el motor, por lo que disminuye la eficiencia de éste. La disminución en la eficiencia, se incrementa a medida que se reduce la carga del motor.

2.2.4.- EFECTO DEL FACTOR DE POTENCIA.

Un bajo factor de potencia incrementa el costo de la energía eléctrica, y en general las máquinas de inducción generan un bajo factor de potencia, por lo que para tal caso se hace necesario el suministro de reactivos capacitivos al sistema. Tales reactivos no tienen ninguna influencia, ni sobre el consumo de potencia real o de la demanda del sistema. Estos reactivos tampoco tienen influencia sobre la eficiencia de un motor, es decir, los capacitores no reducen en forma alguna las pérdidas del motor, a lo sumo reducen ligeramente las pérdidas I^2R en los alimentadores. Por lo que no existe ningún cambio en el factor de potencia de la máquina, ya que para éste es indiferente recibir la potencia reactiva del sistema o de un banco de capacitores.

2.2.5.- CICLO DE TRABAJO Y ARRANQUES FRECUENTES.

Como la corriente de arranque provoca calentamiento (pérdidas) proporcionales al cuadrado de la corriente y, por otro lado, la capacidad de disipar el calor a través de su sistema de ventilación es proporcional al cuadrado de la velocidad, lo que significa que en el arranque la capacidad de enfriamiento de su sistema de ventilación es menor que cuando el motor está operando en estado estable.

Es importante tener en cuenta que cuando un motor opera en vacío no desarrolla trabajo útil, y, sin embargo, puede estar consumiendo el 30% de los KVA a plena carga.

El calentamiento de un motor depende de la intensidad de corriente de arranque, ya que en el arranque la temperatura se eleva muy rápidamente en los

devanados del rotor y del estator. Este calentamiento será mayor mientras más tiempo tarde la máquina en alcanzar su velocidad nominal de operación, y este tiempo depende principalmente del tipo de carga o de la máquina. La realización de arranques frecuentes provoca que la temperatura exceda los límites térmicos del estator y del rotor, incrementándose las pérdidas de la máquina, lo que se traduce en un mayor consumo de energía.

2.2.6.- AHORRO DE ENERGÍA EN EL MANTENIMIENTO.

Es de gran importancia dar el mantenimiento adecuado a un motor, ya que de no ser así se acorta la vida útil de la máquina, lo que ocasiona pérdidas por sobrecalentamiento. Los cojinetes y aislamiento presentan gran sensibilidad al calor excesivo. Otras anomalías que afectan la eficiencia del motor son el desalineamiento mecánico, lubricación deficiente y ventilación inapropiada.

Cuando a un motor se le hace rebobinado, se le somete a fuego para extraer el devanado lo que puede ocasionar un incremento en las pérdidas del hierro y alterar las características del núcleo magnético, si la temperatura es superior a los 400°C, puede degradarse las propiedades magnéticas y la resistencia interlaminar. Por lo que al rebobinar un motor se reduce considerablemente su eficiencia.

2.3.- LUMINOTECNIA

2.3.1.- LA LUZ

La luz es también, como la electricidad, el calor, etc., una de las manifestaciones de la energía.

Se puede producir de varias maneras; calentando hasta la incandescencia cuerpos sólidos o gases, en cuyo caso se obtiene además energía calorífica, generalmente en forma de pérdida, o bien se puede obtener también energía

luminosa por medio de una descarga eléctrica entre dos placas de material conductor sumergido en un gas ionizado o en un vapor metálico (de mercurio, de sodio, etc), este es el fundamento de las lámparas de descarga.

En todos los casos, a las fuentes de luz ha de proporcionárseles energía, la cual será transformada en energía luminosa. Así, en una lámpara eléctrica se consume energía eléctrica, en una lámpara de gas se consume energía química que suministre el gas, etc.

2.3.2.- RADIACION

Se designa como radiación a la transmisión de energía a través del espacio, sin soporte material, es decir, en el vacío. Esta transmisión a distancia se realiza por medio de ondas, es decir, perturbaciones periódicas en el espacio recorrido por la radiación. La radiación se transmite siempre en el vacío, y en muchas ocasiones, a través de medios materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Cada una de las radiaciones conocidas se diferencia de las demás por que tienen una longitud de onda, y una velocidad de propagación propias y distintas a las demás radiaciones.

2.3.3.- CARACTERISTICAS DE LA RADIACION LUMINOSA

La radiación luminosa es aquella que, al ser captada por el ojo humano, produce sensación de visión. Las características físicas fundamentales que la distinguen de las demás radiaciones son las siguientes:

- a) *Longitud de onda.* La luz está compuesta de una mezcla de radiaciones simples, cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 350 milimicras (que corresponde al color violeta) y 760 milimicras (que corresponde al color rojo). Los límites citados corresponden a los límites de sensibilidad, de un ojo humano normal; fuera de estos límites, el ojo humano es ciego.

b) *Velocidad de propagación*. La luz se propaga a una velocidad aproximada de 300000 Km/seg.

2.3.4.- UNIDADES DE LONGITUD EN LUMINOTECNIA

Como las longitudes de onda de las radiaciones visibles son muy pequeñas, para medirlas se utilizan unidades de longitud pequeñas, tales como:

✓ La micra

✓ La mili micra

Cuyas equivalencias son:

1 micra = 0.001 milímetros

1 mili micra = 0.001 micra
= 0.000001 milímetros

Otra unidad de longitud empleada en luminotecnia es el Angstrom, equivalente a una diezmillonésima parte del milímetro, es decir:

1 Angstrom = 0.0000001 milímetros

2.3.4.- UNIDADES DE ILUMINACION

La unidad de iluminación más empleada es el lux. Podemos definirla como la, iluminación de una superficie de 1 m^2 que recibe uniformemente repartido, el flujo de 1 lumen.

A veces se emplea otra unidad, llamada phot que se podría definir como la iluminación de una superficie de 1 cm^2 , que recibe, uniformemente repartido, el flujo

de 1 lumen; como esta unidad resulta demasiado grande, para casi todas las aplicaciones prácticas se utiliza el miliphot o milésima parte del phot.

2.3.5.- UNIDADES DE EMITANCIA

La emitancia se puede expresar en las mismas unidades que la iluminación ya que se trata, de un flujo luminoso dividido por una superficie, lo mismo que la iluminación. La única diferencia es que la emitancia se refiere a una superficie luminosa, mientras que la iluminación se refiere a una superficie iluminada.

Una vez obtenida la luz, mediante la luminaria, es necesario tener control sobre ella, debido a su gran luminancia. La modificación de las características luminosas de una luminaria, con vistas a una aplicación eficiente de la luz emitida, puede realizarse aprovechando los fenómenos físicos siguientes:

- ✓ Reflexión

- ✓ Refracción

- ✓ Absorción

- ✓ Transmisión

- ✓ Difusión

2.3.6.- REFLEXION

Cuando una superficie devuelve la luz que incide sobre ella, se dice que refleja la luz. La reflexión de luz depende, esencialmente, de las siguientes circunstancias.

- a) *Condiciones moleculares de la superficie reflectante.* Por ejemplo una superficie lisa refleja mejor la luz que una superficie rugosa.
- b) *Angulo de incidencia de los rayos luminosos.*
- c) *Color de los rayos incidentes.* La luz blanca se refleja mejor que la luz coloreada.
- d) La ley fundamental de la reflexión de la luz dice: *El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.*

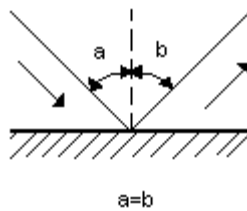


FIGURA 2.6.- Ilustración de la Ley Fundamental de la reflexión de la luz

El ángulo de incidencia (a), que forma el rayo luminoso con la vertical en el punto de incidencia, es igual al ángulo (b), con que se refleja el rayo de luz.

Esta ley fundamental es solamente teórica. En la práctica se cumple solamente cuando la superficie sobre la que incide el rayo luminoso es absolutamente lisa y brillante.

2.3.7.- REFRACCION

La dirección de los rayos luminosos queda modificada al pasar de un medio a otro de diferente densidad; este fenómeno se llama refracción.

La ley fundamental de la refracción dice: *La razón de los índices de refracción de ambos medios es igual a la razón de los senos de los ángulos de incidencia y de refracción, es decir:*

$$n_2 / n_1 = \text{sen} (\varnothing_i) / \text{sen} (\varnothing_r)$$

en donde:

n_2 : índice de refracción del medio 2

n_1 : índice de refracción del medio 1

\varnothing_i : ángulo de incidencia

\varnothing_r : ángulo de refracción

Material	Índice de refracción
Aire	1
Agua	1.33
Vidrio común	1.5 a 1.54
Cristal	1.56 a 1.78

Tabla 2.4.- Índices de Refracción

2.3.7.- ABSORCION

En el fenómeno de reflexión de la luz, no todo el flujo luminoso que incide sobre los cuerpos, se refleja; una parte de este flujo luminoso, queda absorbido en los materiales en donde incide la luz. A causa de este fenómeno de absorción de la luz es que se producen los colores. Si un cuerpo es de color blanco, quiere decir que al incidir sobre él la luz blanca, se refleja enteramente, sin haber absorción; por el contrario los cuerpos negros absorben por completo la luz blanca, sin haber reflexión y si es de color gris, parte de la luz blanca es reflejada y parte absorbida.

2.3.8.- TRANSMISION

Al pasar los rayos luminosos a través de los cuerpos transparentes o translúcidos, los rayos de luz son transmitidos. La transmisión de la luz puede ser dirigida si el rayo luminoso sufre solamente la variación debida a la refracción normal.

La transmisión de la luz es difusa cuando el rayo luminoso incidente queda dispersado al chocar con el material, de manera que queda iluminada uniformemente toda la superficie.

2.3.9.- DIFUSION

Debido a la rugosidad de la superficie que refleja o en su caso que transmite el flujo luminoso, éste se esparce en todas las direcciones del espacio; y a este fenómeno se la llama difusión.

2.3.10.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PERCEPCIÓN VISUAL

Parámetros de Iluminación

El nivel y la calidad de la iluminación proporcionados por una instalación dada se pueden describir utilizando los siguientes parámetros:

1. Nivel de iluminación.
2. Distribución de las luminarias.
3. Modelado.
4. Color.

Escalas de iluminación

Se pueden establecer tres niveles diferentes de iluminación, dependiendo del tipo de interior:

- El mínimo para áreas donde no se trabaja.
- El mínimo para interiores donde se trabaja.
- El rango recomendado para interiores de trabajo.

Mínimo para Areas donde no se Trabaja.

Para este nivel se toma como criterio mínimo para niveles de iluminación adecuados la perceptibilidad de las características de la cara humana. Para poder percibir características de una cara humana se necesita una luminancia de aproximadamente 1 cd/m^2 . esto es posible lograrlo en condiciones de iluminación normales con una luminancia horizontal de alrededor de 20 lux, considerado entonces como valor de iluminancia mínimo para áreas donde no se trabaja.

Mínimo para interiores donde no se trabaja.

La percepción de las características de la cara humana es aceptable (es decir que dichas características se pueden percibir satisfactoriamente sin ningún esfuerzo especial) con una luminancia de $10\text{-}20 \text{ cd/m}^2$, siempre y cuando exista una luminancia de fondo controlada. Esto significa que se requiere una iluminancia vertical sobre la cara de al menos 100 lux y una iluminancia horizontal de aproximadamente el doble de dicho valor.

Una iluminancia horizontal de 200 lux es la mínima aceptable para salas donde la gente permanece largos períodos de tiempo, sin considerar ningún requisito para la tarea visual.

Rango Recomendado para Interiores de Trabajo.

Los resultados de investigaciones realizadas bajo condiciones de iluminación fluorescente libre de deslumbramiento, se ilustran en la figura 2.8.

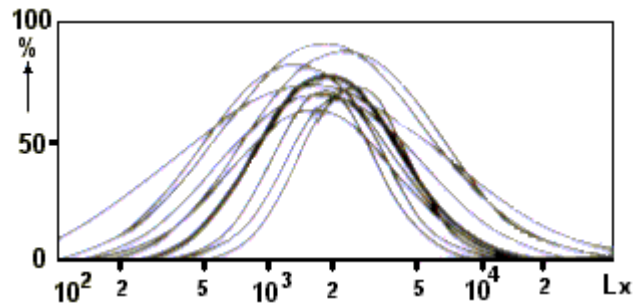


Figura 2.8.- Resultado de una evaluación subjetiva del nivel de luminancia en interiores de trabajo obtenido trazando el porcentaje de observadores satisfechos como función de la luminancia E.

Las curvas en la figura 2.8, indican el porcentaje de un grupo de observadores que considera cualquier tipo de luminancia “satisfactoria”. la curva media dibujada en negrita alcanza su valor máximo a 2000 lux; sin embargo la experiencia práctica ha demostrado que los niveles de iluminación apenas debajo de dicha curva, a diferencia de los superiores, no perjudican al trabajador. Esto, junto con las consideraciones de costo y energía, establecen un rango de luminancia de 1000 a 2000 lux, como el rango preferido para alcanzar la satisfacción visual.

Rangos de luminancia

La luminancia recomendada para un tipo específico de actividad dependerá en parte de la naturaleza de la misma (principalmente de la dificultad visual) y en parte del diseño del interior en cuestión (en particular la luz de los alrededores).

La tabla 2.5 proporciona la luminancia recomendada, para diferentes áreas y actividades. Las luminancias no deben ser menores a dichos valores, sin importar que tan antigua sea la instalación.

Los valores son válidos para condiciones normales de la visión y toman en cuenta los siguientes factores:

- Requisitos para tareas visuales.
- Seguridad
- Aspectos psico-fisiológicos tales como comfort y bienestar visual.
- Economía.

La luminancia debe ser aumentada, cuando:

- Hay reflectancias bajas y/o contrastes poco comunes para las tareas.
- El trabajo visual es crítico.
- Es costoso rectificar los errores.
- La exactitud o la productividad es de gran importancia.
- La capacidad visual del trabajador es inferior a la normal.

Se puede utilizar un valor menor cuando:

- Las reflectancias o contrastes son inusualmente altos
- La velocidad y/o exactitud no son de importancia crítica.
- La tarea se ejecuta solo ocasionalmente.

Luminancia recomendada (lux)	Tipo de área o actividad
30	Circulación exterior y áreas de trabajo
100	Áreas de circulación, orientación simple o visitas cortas
150	Salas que no se utilizan continuamente para propósitos de trabajo.
300	Tareas visualmente simples
500	Tareas visualmente medias
750	Tareas que requieren mucho de la visión
1000	Tareas con requisitos visuales difíciles
1500	Tareas con requisitos visuales especiales
2000	Tareas visuales muy exactas

Tabla 2.5. - luminancia Recomendada para Diferentes Áreas y Actividades.

Superficie de Referencia

La superficie de referencia en un interior es la superficie donde se proporciona la luminancia recomendada. La superficie de referencia no necesariamente está limitada a una sola área, puede comprender varias áreas separadas.

En interiores de trabajo, la superficie de referencia generalmente será el plano de trabajo. Para interiores donde las tareas no se realizan en un mismo lugar, se considera que el plano de trabajo es el plano horizontal limitado por las paredes del interior a una altura de 0.85 m. Sobre el piso, salvo especificación contraria.

Cuando la tarea no se realiza en un plano horizontal o está a una altura diferente, la superficie de referencia deberá tener el ángulo del plano de la tarea y estar a la altura de la misma.

En interiores donde no se trabaja, la superficie de referencia puede ser el piso, la pared, o cualquier plano importante en el mismo.

Distribución de luminancia

Para un nivel de iluminación dado, las diferencias en luminancia pueden deberse a diferencias en la reflectancia de las superficies. Aunque la luminancia sea apropiada para la tarea visual, no necesariamente proporcionará un balance de luminancia aceptable en el interior. Dicho balance, o la falta del mismo, dependerán de las reflectancias elegidas para superficies. En cuanto a la distribución de la luminancia es de particular importancia lo que sigue:

Luminancia preferida de la Superficie de un Ambiente

Luminancia preferida sobre paredes.

Las investigaciones han demostrado que la luminancia preferida sobre paredes depende de la luminancia de la tarea. Dado que ella debe estar entre 500 y 1000 lux, la luminancia de las paredes debe estar aproximadamente entre 50 y 100 cd/m^2 . los valores típicos de reflectancia de pared que se requieren para alcanzar esos valores de luminancia de pared están entre 0.5 y 0.8.

Luminancia preferida sobre el Cielorraso

La luminancia del cielorraso debe ser lo suficientemente alta como para crear una impresión confortable de todo el interior y para minimizar el contraste de brillo entre él y cualquier luminaria montada en el cielorraso. Para evitar que el mismo

cielorraso provoque deslumbramiento, su luminancia no debe ser superior a 500cd/m^2 , aunque desde un punto de vista de satisfacción visual, se prefieren los valores entre 100 y 300 cd/m^2 .

Consideraciones Arquitectónicas

Espacio y Modo. Si en una superficie existe una luminancia alta, esta parecerá más grande que una con una luminancia baja. Por lo que los colores claros en las paredes hacen que un ambiente parezca más grande. De la misma manera, un cielo raso claro parece más alto que uno oscuro.

De manera general, cielos rasos claros y paredes oscuras dan la impresión de formalidad y tensión, mientras que paredes claras y cielos rasos oscuros crean una atmósfera informal y tranquila.

2.3.11.-BRILLO

El brillo es la sensación producida en el ojo humano, a causa de las diferencias de luminancia de los objetos iluminados o luminosos, se pueden considerar dos clases de brillo:

Brillo directo: Es el brillo de la fuente luminosa considerada

Brillo reflejado: Es el brillo percibido al incidir el flujo luminoso sobre una superficie brillante.

El brillo es directamente proporcional a la intensidad luminosa de una fuente de luz e inversamente proporcional a la superficie de la fuente luminosa emisora (en el caso de brillo directo) o a la superficie que refleja la luz incidente (en el caso de brillo reflejado). Por esta razón, una fuente luminosa de débil intensidad luminosa,

pero de poca superficie emisora, puede resultar más brillante que una fuente de luz de gran intensidad luminosa pero de gran superficie emisora.

Por la misma razón, los cuerpos con reflexión especular son mucho más brillantes que los cuerpos con reflexión difusa.

2.3.12.- DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento es la sensación producida por una luminancia exagerada dentro de un campo visual que altera la sensibilidad del ojo, causando molestia, reduciendo la visibilidad o ambas cosas.

El deslumbramiento se puede producir en dos formas, que generalmente se experimentan en forma simultánea. La primera se denomina deslumbramiento fisiológico, que reduce la capacidad visual y la visibilidad. La segunda se denomina deslumbramiento psicológico, que resulta molesto a la vista, pero que no necesariamente dificulta la observación de los objetos.

El deslumbramiento, cualquiera sea el tipo puede ser directo o reflejado. El deslumbramiento directo puede ser causado por una luminaria clara que aparece en el campo de la visión de un observador. El deslumbramiento reflejado se produce si el observador percibe la reflexión de dicha fuente en una superficie brillante.

En la práctica de iluminación interior, el deslumbramiento psicológico resulta ser más problemático que el deslumbramiento fisiológico. Las medidas a tomar son las mismas tanto para el deslumbramiento psicológico como para el deslumbramiento fisiológico.

Control del Deslumbramiento Psicológico.

El control del deslumbramiento directo de lámparas y luminarias consiste en controlar la luminancia de las mismas en la dirección de los ojos del observador.

El grado de deslumbramiento es función también de la actividad que se realiza en el campo visual del trabajador. Mientras más luz demande la tarea visual y a mayor necesidad de concentración, mayor será la molestia. Por lo tanto, el grado de control de la luminancia diferirá según el tipo de actividad.

En términos generales, las luminancias más altas en un interior producidas por la instalación de iluminación son las de las lámparas. Generalmente estas luminancias son demasiado altas para utilizar las lámparas sin controlar su brillo en las direcciones de los ojos de los ocupantes. Por esta razón una de las funciones de las luminarias es limitar la luminancia en las direcciones críticas a un nivel aceptable.

Clase de calidad	Tipo de Actividad o Tarea
A	Áreas visuales muy exactas
B	Tareas con grandes demandas visuales. Tareas con demandas visuales moderadas pero de alta concentración.
C	Tareas con demandas visuales moderadas y demandas moderadas con concentración y con cierto grado de movilidad del trabajador.
D	Tareas con niveles de demanda de concentración y visual bajos con trabajadores en movimiento dentro del área establecida.
E	Interiores donde los trabajadores no sólo se mueven dentro de la estación de trabajo sino de un lugar a otro y realizan tareas de baja demanda visual. Interiores generalmente no utilizados por las mismas personas.

Tabla 2.6.-Clase de Calidad CIE de la Limitación del Deslumbramiento según la tarea o actividad.

El deslumbramiento está íntimamente ligado con el brillo; pero el deslumbramiento no depende del brillo intrínsecamente considerado, sino que con las

diferencias de brillo. Se presenta este fenómeno cuando en el campo de la visión hay objetos iluminados o fuentes de luz con grandes diferencias de brillo.

El deslumbramiento se produce en los siguientes casos:

- ✓ *Brillo excesivo de una luminaria.* Por ejemplo, la visión directa de una lámpara de incandescencia. El límite tolerable de brillo, para su visión directa, es el producido por una luminaria de 7500 nits
- ✓ *Colocación inadecuada de las luminarias,* es decir próximas al ojo del observador o en el centro de su campo visual.
- ✓ *Contrastes excesivos de luz y sombras en el campo visual.*
- ✓ *Brillo reflejado por superficies metálicas.*

2.3.12.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso, por encima o por debajo de la horizontal; o sea, teniendo en cuenta la cantidad del flujo luminoso proyectado directamente a la superficie iluminada y la que llega a la superficie después de reflejarse por techos y paredes. Si la mayor parte del flujo luminoso se envía hacia abajo, se produce una iluminación directa; por el contrario, si la mayor parte del flujo luminoso se envía hacia el techo para que llegue a la superficie iluminada después de proyectarse en el mismo y en las paredes, se tiene iluminación indirecta.

En la tabla 2.7 se muestra la distribución del flujo luminoso de acuerdo al tipo de iluminación existente.

Sistema de iluminación	Distribución del flujo luminoso en %	
	Hacia arriba	Hacia abajo
Iluminación directa	0 a 10	100 a 90
Iluminación semidirecta	10 a 40	90 a 60
Iluminación difusa	40 a 60	60 a 40
Iluminación semiindirecta	60 a 90	40 a 10
Iluminación indirecta	90 a 100	10 a 0

Tabla 2.7.-. Distribución del flujo luminoso para los diferentes sistemas de Iluminación

2.3.13.- ILUMINACIÓN DIRECTA

Casi todo el flujo luminoso se dirige directamente a la superficie que ha de iluminar. En la práctica y sobre todo en iluminación de interiores, resulta imposible conseguir una iluminación directa, pues siempre existe alguna luz reflejada en las paredes, que se suma a la luz directa, procedente de la luminaria.

La iluminación directa produce sombras duras y profundas y existe el peligro de deslumbramiento al situar dentro del campo visual luminarias de gran intensidad luminosa y poca superficie emisora, es decir de gran luminancia. Para evitar este peligro, es preciso colocar en los aparatos de alumbrado, viseras o pantallas difusoras. En las figuras 9 y 10, se presentan instalaciones provistas de iluminación directa.

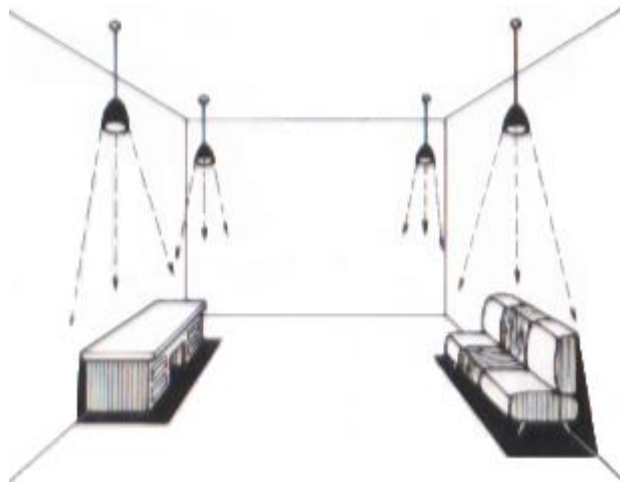


Figura 2.9.- Instalación para iluminación directa, con aparatos de alumbrado para lámparas incandescentes.

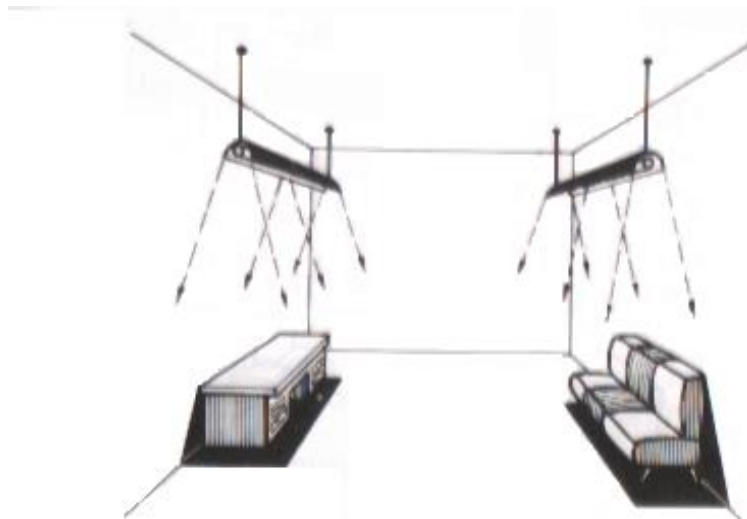


Figura 2.10.- Instalación para iluminación directa, con aparatos de alumbrado para lámparas fluorescentes.

2.3.14.- ILUMINACIÓN SEMIDIRECTA

En este tipo de iluminación, la mayor parte del flujo luminoso se dirige directamente hacia la superficie que se trata de iluminar; una pequeña parte (de 10 a 40 %), se hace llegar a dicha superficie previa reflexión en techos y paredes. Las

sombras no son tan duras como en el caso de la iluminación directa y, además, se reduce considerablemente el peligro del deslumbramiento.

Para conseguir una iluminación semidirecta, a partir de aparatos de alumbrado para iluminación directa, basta con incorporarles un vidrio difusor adecuado. Con ello se reduce algo el rendimiento luminoso de la instalación, pero el efecto conseguido resulta más agradable a la vista.

En las figuras 2.11 y 2.12 se presentan instalaciones provistas de iluminación semidirecta.

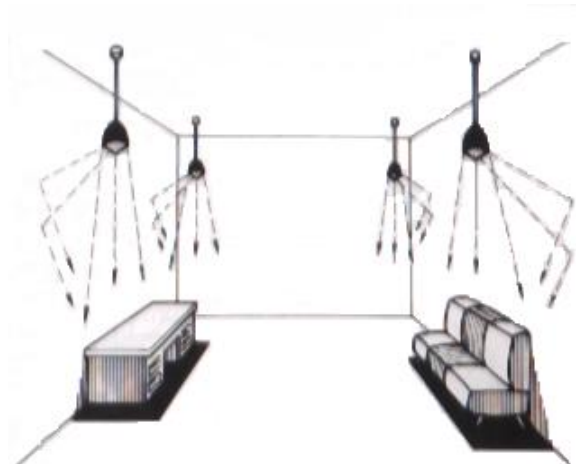


Figura 2.11.- Instalación para iluminación semidirecta, con aparatos de alumbrado para lámparas incandescentes.

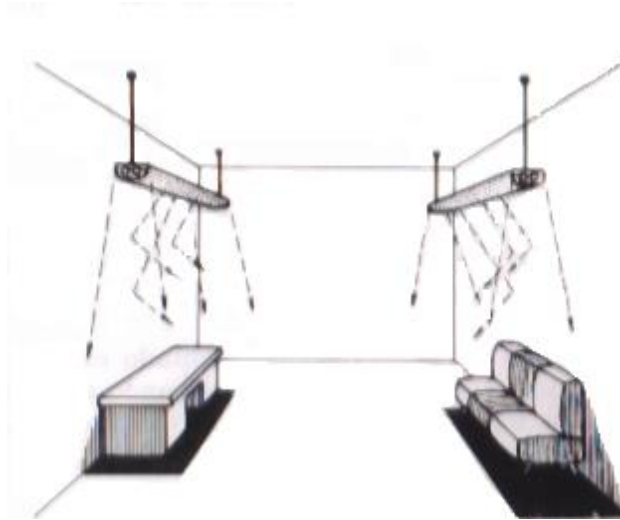


Figura 2.12.- Instalación para iluminación semidirecta, con aparatos de alumbrado para lámparas fluorescentes.

2.3.15.- ILUMINACIÓN DIFUSA

Se le llama también iluminación mixta. Aproximadamente la mitad del flujo luminoso se dirige directamente hacia abajo; la otra mitad del flujo luminoso se dirige hacia el techo y llega a la superficie que ha de iluminar, después de reflejarse varias veces por techo y paredes.

Con este sistema de iluminación se consigue por completo la eliminación de sombras y, al hacer más extensa la superficie luminosa, se reduce aún más el peligro de deslumbramiento.

El efecto que se consigue es agradable, aunque un tanto monótono a la vista del observador, por estar todo el espacio iluminado, y no existir zonas oscuras como en los casos anteriores. Sin embargo, este sistema de iluminación no resulta adecuado en algunos casos, ya que existe el inconveniente, al no existir sombras en los objetos, éstos aparecen planos y no dan sensación plástica de relieve.

En las figuras 2.13 y 2.14 se presentan instalaciones provistas de iluminación difusa.

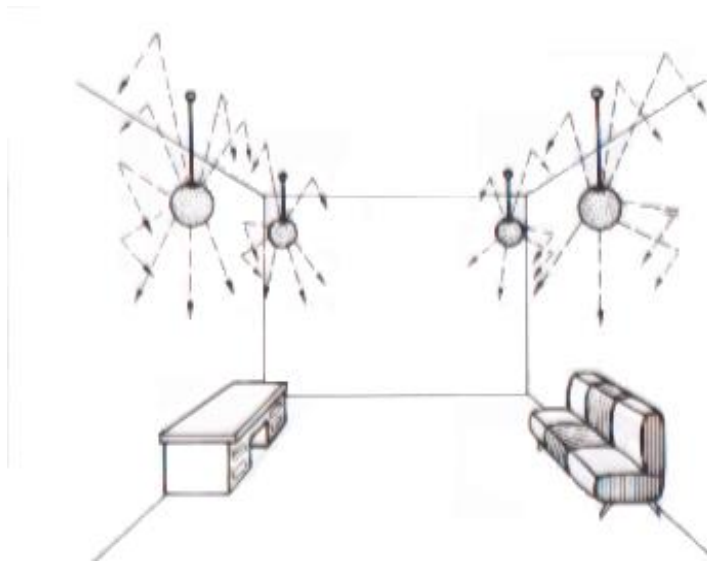


Figura 2.13.- Instalación para iluminación difusa, con aparatos de alumbrado para lámparas incandescentes.

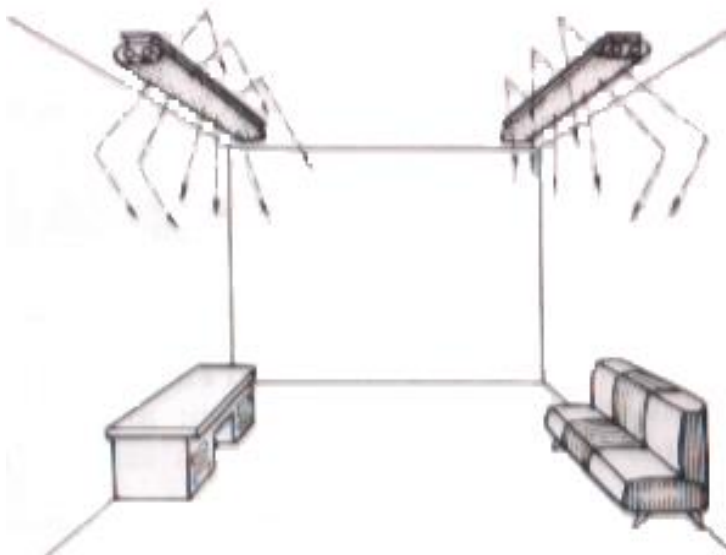


Figura 2.14.- Instalación para iluminación difusa, con aparatos de alumbrado para lámparas fluorescentes.

2.3.16.- ILUMINACIÓN SEMIINDIRECTA

Se denomina algunas veces iluminación semidifusa. Una pequeña parte del flujo luminoso (del 10 al 40 %) se recibe en la superficie iluminada en forma directa; la mayor parte del flujo luminoso, se envía hacia el techo, donde se refleja, para llegar finalmente a la superficie que se ha de iluminar.

El rendimiento luminoso es bajo porque en las sucesivas reflexiones que sufre la luz antes de llegar a la superficie que se trata de iluminar, parte del flujo luminoso es absorbido por el techo y paredes. Para conseguir resultados efectivos, la paredes y el techo han de estar pintadas con pinturas de elevado poder de reflexión, es decir con pinturas de colores claros.

Se consigue una iluminación de buena calidad, casi totalmente exenta de deslumbramiento y con sombras suaves, muy agradable a la vista del observador.

En las figuras 2.15 y 2.16 se presentan instalaciones provistas de iluminación semiindirecta.

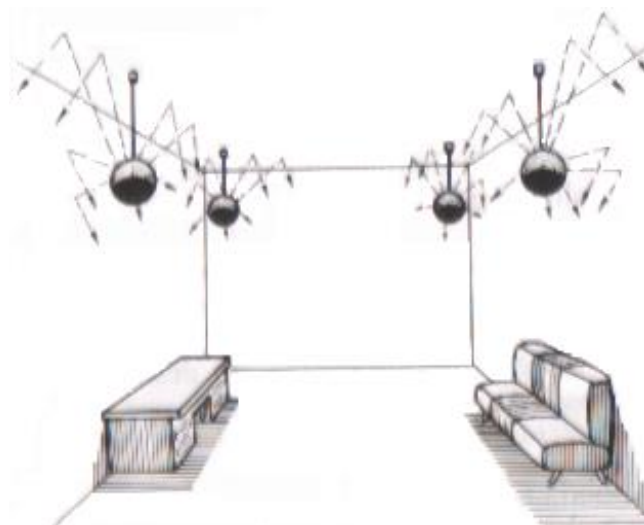


Figura 2.15.- Instalación para iluminación semiindirecta, con aparatos de alumbrado para lámparas incandescentes.

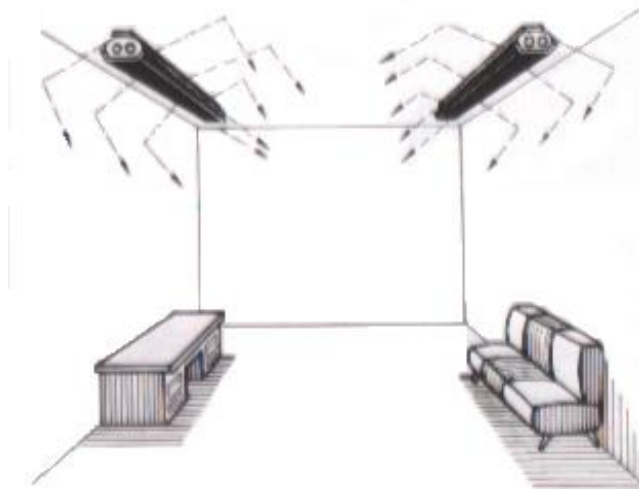


Figura 2.16.- Instalación para iluminación semiindirecta, con aparatos de alumbrado para lámparas fluorescentes.

2.3.17.- ILUMINACIÓN INDIRECTA

Todo o casi todo el flujo luminoso se dirige hacia el techo; la luminaria queda totalmente oculta a los ojos del observador y éste no percibe ninguna zona luminosa; solamente aprecia zonas iluminadas.

Con más razón que en el caso anterior, las paredes y el techo del local que se ha de iluminar, han de estar pintados de color blanco o de colores claros, ya que, ahora no hay flujo luminoso directo, pues de lo contrario, debido al poco rendimiento luminoso de estos sistemas de iluminación, habría que instalarse demasiada potencia luminosa para conseguir niveles de iluminación medianamente aceptables.

La iluminación indirecta, es, económicamente hablando, la más cara de todas. Pero también el efecto luminoso conseguido es el mejor de todos, pues la iluminación de los objetos es muy suave, y sin contrastes de brillo, carece absolutamente de deslumbramiento y está exenta de sombras laterales. Constituye la forma más noble y más artística de iluminación artificial y es, al mismo tiempo, la más semejante a la luz natural.

En las figuras 2.17 y 2.18 se presentan instalaciones provistas de iluminación indirecta.

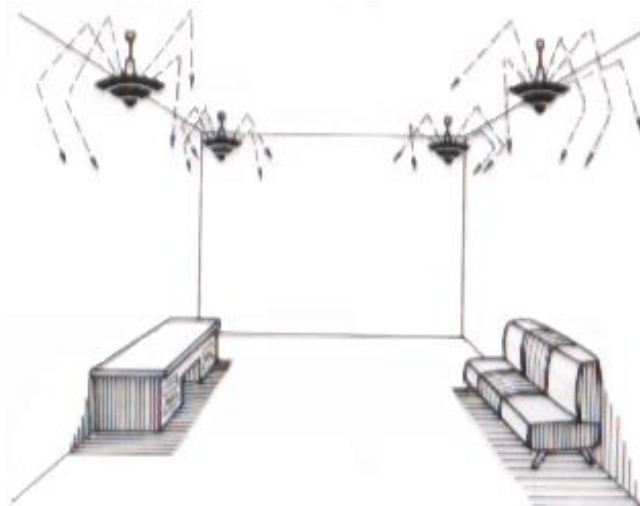


Figura 2.17.- Instalación para iluminación indirecta, con aparatos de alumbrado para lámparas incandescentes.

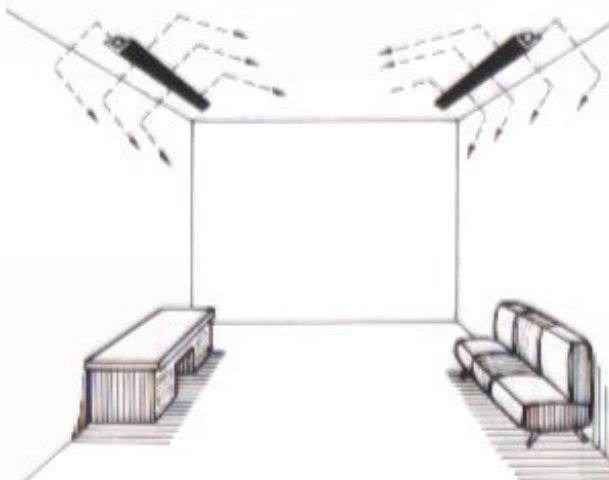


Figura 2.18.- Instalación para iluminación indirecta, con aparatos de alumbrado para lámparas fluorescentes.

2.3.18.- LÁMPARAS FLUORESCENTES

Las lámparas fluorescente son un buen sustituto permanente de las lámparas incandescentes debido a su alta eficacia. Al compararlas con las incandescentes las lámparas fluorescentes usan una tercera a una cuarta parte de energía para producir la misma cantidad de luz y duran cuando menos diez veces más, proporcionando una atractiva recuperación de la inversión.

Balastos

Durante 50 años, los balastos electromagnéticos fueron la única forma de operar lámparas fluorescentes, éstos lo hicieron de una forma ineficiente, con producción de ruido y de calor, pero eran los únicos disponibles y permitían una iluminación adecuada a un costo aceptable. Sin embargo, la era electrónica ha brindado grandes avances a la tecnología de balastos, volviéndolos más eficientes, con menos ruido, menos generación de calor y más livianos. Sin embargo, la era electrónica ha brindado grandes avances en la tecnología de balastos.

Entre los beneficios del sistema electrónico se encuentran:

- ❑ 37% menos de consumo de energía eléctrica.
- ❑ Circuito paralelo permite operación independiente de tubos.
- ❑ Más resistentes a fluctuaciones de voltaje.
- ❑ Menos interferencia armónica con otros equipos electrónicos.
- ❑ Menos generación de calor.
- ❑ Menos peso.

Los balastos híbridos son otra opción para operar lámparas fluorescentes con ahorro de energía, estos están constituidos como los electromagnéticos a base de devanados o bobinas ensambladas o enrolladas sobre laminaciones de acero, sin

embargo los híbridos tienen un circuito electrónico complementario que efectúa funciones específicas tales como ayudar al arranque de la lámpara, o bien efectuando desconexiones de los devanados de tensión de calentamiento de cátodos en los sistemas de encendido rápido. Estos pueden ser termoprottegidos y las pérdidas de este son menores que los balastros electromagnéticos.

Los balastros electrónicos normalmente están termoprottegidos; en base a que no tienen devanados ni laminaciones su consumo por pérdidas es muy bajo y la operación de los balastros con la lámpara es normalmente a alta frecuencia (del orden de 20 a 60Khz). Como a alta frecuencia las lámparas fluorescentes son más eficientes, los balastros electrónicos suministran menores corrientes a las lámparas obteniéndose un poco de menos luz o la misma obtenida con un balastro convencional, dando por resultado un menor consumo de energía y una mayor eficiencia. Por lo que los balastros electrónicos representan la mejor opción para la operación de los sistemas de iluminación. Por otro lado los balastros electrónicos disminuyen el efecto de parpadeo en las lámparas al operarlas a altas frecuencias.

A continuación presentamos una tabla que permite ver las diferencias entre ambas tecnologías:

Características	Electrónico 2x32W (T8)	Electromagnético 2x32W (T8)
Frecuencia	25000	60
Conexión	Paralelo	Serie
Potencia consumida	62 Watts	76 Watts
Potencia de ahorro	14 Watts	-
Factor de potencia	> 0.97	> 0.90
Arranque	Instantáneo	Rápido
Distorsión armónica	< 15%	> 20%
Factor de cresta de la corriente de la lámpara	< 1.5	< 1.7

2.3.19.- PROTECCIÓN DE LUMINARIAS

Protección física

Esta puede ser de dos clases:

- ❑ Protección contra el ingreso de cuerpos externos (por ejemplo, insectos, polvo, suciedad, humedad).
- ❑ Protección contra daños físicos

Protección contra el polvo y humedad

En el caso de que la luminaria baya a ser utilizada en un lugar húmedo o con polvo, deberá generalmente, por razones de seguridad, estar totalmente cubierta. Para ello se utilizan cubiertas frontales transmisoras de luz ya sea de plástico o de vidrio.

2.3.20.- CONTROL DE LA LUZ

Los sistemas ópticos de control de la luz van desde aquellos que hacen difusa la luz de la lámpara para producir una distribución de la luz hacia todas las direcciones mas o menos uniforme, sin deslumbramiento, hasta aquellos que reúnen o enfocan la luz en un haz o haces que se emiten en una o mas direcciones bien definidas.

En cada uno de los sistemas, el funcionamiento del sistema óptico depende de uno o varios de los siguientes elementos para el control de la luz:

- ❑ Reflectores
- ❑ Lentes y refractores
- ❑ Difusores
- ❑ Dispositivos de apantallamiento

Reflectores: En el diseño se utilizan tres tipos principales de reflexión: Reflexión especular, dispersa y difusa.

Reflectores especulares: Los reflectores especulares son utilizados en aquellos casos en que se necesita una forma de distribución de luz precisa o moderadamente precisa, como en los proyectores y luminarias para caminos.

Reflectores dispersos: Con la reflexión dispersa no existe la imagen de espejo de la fuente, como en el caso especular sino que el ángulo de mayor intensidad reflejada equivale al ángulo de incidencia.

Reflectores difusos: Una superficie difusa teóricamente perfecta es aquella que disemina la luz que le llega de cualquier ángulo en todas las direcciones. Puede ser definida como una superficie para la cual la luminancia de la superficie (o brillo) permanece constante al variar el ángulo de observación.

Los reflectores difusos no pueden proporcionar control agudo o detallado de haces como los reflectores especulares, pero son fundamentales para la tarea menos exigente de dirigir la luz en su totalidad hacia áreas amplias de trabajo.

LENTE Y REFRACTORES

Lentes: En términos generales se puede obtener un control direccional adecuado de la salida de luz sin recurrir a la utilización de lentes.

Refractores: El refractor, o controlador prismático, es uno de los dispositivos utilizados cuando se necesita dar cierto control direccional a la luz emitida por las lámparas.

El refractor utilizado más comúnmente en la iluminación para interiores es el que se encuentra en las luminarias con lámparas fluorescentes tubulares para iluminación general.

Los material comúnmente utilizados para la construcción de estos refractores son el poliestireno o el acrílico. El acrílico si bien es el mas caro de los dos, posee un factor de transmisión aproximadamente un 5% mas alto que el del poliestireno, manteniendo además sus propiedades de transmisión de la luz con el tiempo.

DIFUSORES

Los materiales que transmiten la luz en forma difusa se utilizan en algunos tipos de luminaria para esparcir la luz emitida por las lamparas en todas las direcciones y reducir de este modo el brillo de la luminaria para todos los ángulos de donde se le mire.

DISPOSITIVOS DE PANTALLA

Una técnica utilizada para controlar o dirigir la luz de una luminaria, o para ocultar las lamparas de la vista, o ambos, es la pantalla.

2.3.21.- COMFORT Y AGRADO VISUAL

La experiencia práctica en ingeniería de iluminación ha demostrado que las recomendaciones de iluminación para interiores de trabajo basados únicamente en parámetros de capacidad visual son generalmente incorrectos. La mayoría de las tareas visuales prácticas son complejas y difieren de un interior de trabajo a otro.

Y en muchos casos, las recomendaciones de iluminación no se limitan a las áreas de trabajo: en un interior también se deben de considerar las áreas de circulación y recreativas, y en ellas es absolutamente inaplicables el criterio de capacidad visual.

Es importante reconocer que el grado de satisfacción visual en términos de confort y agrado creado por la iluminación es una importante consideración adicional en el diseño de todo tipo de ambientes.

Además de la sensación de bienestar creada por la iluminación, existe la influencia que la iluminación ejerce sobre la apariencia del espacio considerado, y esto se aplica incluso a la iluminación diseñada en primera instancia para iluminar un área de trabajo.

2.3.22.- EFICACIA DE COSTO Y ENERGÍA

Se puede producir luz sin reducir su calidad ahorrando significativamente energía, y por lo tanto disminuyendo costos, mediante la aplicación de un diseño de iluminación eficiente en energía.

Muchas de las instalaciones de iluminación existentes no son eficaces en la relación costo/energía. A consecuencia de esto, existen diversas oportunidades para transformar la iluminación de dichas instalaciones en un sistema más eficiente empleando equipo más eficaz con el cual se consigue proporcionar la misma o una mejor iluminación con menor consumo y a menor costo.

Para que una instalación sea efectiva se deben de considerar seis reglas básicas:

1. Utilizar una fuente de luz más eficiente.
2. Utilizar eficientemente el flujo luminoso de la lámpara.
3. Darle mantenimiento al equipo de iluminación
4. Utilizar esquemas bien diseñados de iluminación que a su vez sean efectivos en el uso de la energía.

5. Controlar la operación de encendido y la utilización del sistema de iluminación, aprovechando a máximo la luz natural.
6. Considerar el efecto de decoración del entorno, utilizar luz de color donde sea conveniente.

2.3.23.- CONTROL DE LA ILUMINACIÓN

Una parte importante de los gastos corrientes de una instalación de iluminación está integrada por los gastos de energía, la eficiencia y el confort de las personas. El ahorro en estos gastos de energía es posible controlando la iluminación de manera tal que su nivel sea siempre el que se necesita.

Sistemas de control

Los sistemas de control se dividen en tres categorías amplias:

Control Manual

Un sistema manual de control de iluminación con llaves de encendido o regulación, o con ambas, puede ser diseñado de manera tal que permita a los usuarios establecer el nivel de iluminación local de acuerdo con sus necesidades individuales. En un área pequeña iluminada (Ej. Una oficina privada) se pueden utilizar controles de iluminación ubicados en la pared, mientras que en un interior grande con lugares de trabajo individuales (Ej. Un área de oficinas de planta libre) serán más conveniente las unidades de control remoto manual.

Una de las mayores desventajas de los métodos manuales es que si bien los ocupantes pueden darse cuenta de que la luz natural es insuficiente y prender las luces, no hay nada que les indique que deben apagarlas si la luz naturales

adecuada. Además se gasta una cantidad de energía considerable cuando las luces quedan encendidas después del horario de trabajo.

Control Automático

Los sistemas de control automático con económicos relojes de tiempo o fotoceldas, o con ambos, se pueden emplear para encender o regular grupos determinados de lámparas. El reloj se puede programar para eliminar la pérdida que resulta de las luces que quedan encendidas cuando no se usa el interior, mientras que la fotocelda puede monitorear los niveles de luz natural y apagar (o graduar) aquellas luminarias adyacentes a las ventanas cuando los niveles de luz natural son altos.

Los sistemas automáticos están generalmente equipados con un sistema manual de funcionamiento extra para circunstancias inusuales (Ej. Trabajo fuera de horario) o para actividades planificadas (Ej. Limpieza de rutina). Alternativamente, es posible captar la presencia de los ocupantes a través de detectores de presencia que reaccionen al movimiento o al sonido.

Control Computarizado

Un sistema de control de iluminación computarizado puede coordinar un grupo de subsistemas y así aumentar la eficiencia y la flexibilidad total de la instalación de luz. La computadora puede a la vez formar parte de un sistema de computación mayor utilizados para controlar otros servicios del edificio tales como aires acondicionados. Además una computadora que tenga el control de un grupo de luminarias, puede reaccionar a comandos de encendido y apagado que provienen de sensores (luz natural u otros) y a unidades de control remoto infrarrojas colocadas en distintas partes del edificio. Dicho sistema además de ser muy eficaz en la administración de energía de iluminación, es extremadamente flexible. Por ejemplo, si se cambia la distribución de las estaciones de trabajo (posiblemente al agregar

paredes divisoras), el sistema de control de iluminación se puede reprogramar con rapidez y facilidad.

2.3.24.- LUZ ELÉCTRICA Y LUZ NATURAL

Penetración de Luz Natural

La cantidad de luz natural que entra a un edificio está determinada en parte por la potencia de la luz natural en un determinado momento en el tiempo, pero también por el tamaño y la posición de las ventanas y por la presencia de obstrucciones en el flujo de luz natural.

Integración de la luz Natural con la Luz Eléctrica

La clave para el diseño de un sistema de iluminación integrado (luz natural + luz eléctrica) reside en la estrategia del control de iluminación eléctrica, a pesar de que puede haber momentos en que los niveles de luz natural también necesitan ser reducidos.

Encendido y Graduación

Se puede obtener un ahorro de energía sustancial encendiendo o graduando automáticamente la instalación de luz de acuerdo con la cantidad de luz disponible.

2.4.- FACTURACION ELECTRICA

2.4.1.- TARIFA ELECTRICA APLICABLE A CIUDADELA DON BOSCO.

Según el pliego tarifario para el año 2000 en vigencia para CAESS, en cumplimiento al Artículo 78 de la Ley General de Electricidad; existen las siguientes categorías tarifarias:

I. Tarifas de Pequeñas Demandas, que comprende una demanda

entre 0 – 10 kW :

Tarifa No. 1-R: Pequeñas Demandas para Uso Residencial.

Tarifa No. 1-AP: Alumbrado Público.

Tarifa No. 1-G: Pequeña Demanda Uso General.

II. Tarifa de Medianas Demandas, que comprende una demanda entre 10 – 50 kW.

III. Tarifa de Grandes Demandas, comprende una demanda mayor a

los 50 kW.

IV. Servicios Especiales en Media y Baja Tensión, que comprende

servicios para rayos X y servicios provisionales por construcción.

Debido a su carga instalada, Ciudadela Don Bosco queda dentro de la categoría tarifaria de Grandes Demandas.

Para la facturación del consumo energético de los clientes a los cuales se les ha aplicado las tarifas de Medianas y Grandes Demandas; dependerá de los horarios tarifarios, definidos de la manera siguiente:

- **Punta:** de las 18:00 a las 22:59 horas.
- **Valle:** de las 23:00 a las 04:59 horas.

- **Horas restantes o Resto:** de las 05:00 horas a las 17:59 horas.

Es de observar que a más tardar el 31 de Marzo del año 2001, la distribución deberá haber instalado medidores horarios en la mayoría de los servicios contenidos dentro de la categoría tarifaria de Grandes Demandas.

Los cargos a cobrar de conformidad con esta tarifa son:

a. Suministro en baja tensión

1. Cargo por atención al cliente
2. Cargo por energía:
 - Punta
 - Valle
 - Horas restantes
3. Cargo por uso de la red.

b. Suministro en media tensión

1. Cargo por atención al cliente
2. Cargo por energía:
 - Punta
 - Valle
 - Horas restantes
4. Cargo por uso de la red

Si el suministro se realiza en media tensión y el equipo de medición está localizado en el lado de baja tensión del transformador, se agregará a los registros de potencia y energía un factor de pérdidas de transformación de acuerdo a las características de los transformadores. Tanto el factor de pérdidas de transformación para potencia como para energía no deberá ser superior a 1.50%.

En base al Artículo 78 de la Ley General de Electricidad y el Artículo 90 de su Reglamento, la distribuidora podrá ajustar cada tres meses las tarifas máximas al servicio eléctrico. A continuación se presenta las tarifas al servicio eléctrico aplicables a la Ciudadela Don Bosco, en el período comprendido entre el 6 de Abril y el 6 de Julio del 2000.

Media Tensión con Medición Horaria.

Cargo por atención al cliente (¢ / mes): 13.82

Cargo por energía:

Punta (¢ / kWh): 1.0548

Valle (¢ / kWh): 0.5818

Horas restantes (¢ / kWh): 0.8558

Cargo por uso de la red (¢ / kW / mes): 35.36

El Artículo 93 del Reglamento de la Ley General de Electricidad establece que las condiciones de suministro de energía eléctrica contenidas en las tarifas eléctricas al consumidor final, deberán incluir las compensaciones por energía no entregada; dicha compensación deberá realizarse trimestralmente, y se podrá efectuar entregando en efectivo las cantidades correspondientes o compensando con energía por un valor equivalente en los documentos de cobro subsiguientes, cuyo número no podrá ser superior a tres.

Si el contrato con el usuario final no incluye compensaciones por energía no entregada, la distribuidora estará obligada a pagar al usuario final el equivalente al doscientos por ciento del valor de la energía no suministrada.

Para el caso de la Ciudadela Don Bosco, esta institución cuenta con sus índices para el cálculo de la energía no servida establecidos por CAESS.

Las sanciones para el factor de potencia inductivo inferior a 0.9 son establecidos entre la distribuidora y el usuario final en el contrato de suministro. Si en

el mismo no se contempla estas sanciones, la distribuidora podrá aplicar las sanciones establecidas por la SIGET, las cuales son:

- 1). Si el factor de potencia es igual o mayor a 0.75 y menor a 0.90, el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el factor de potencia sea inferior a 0.90;
- 2). Si el factor de potencia es igual o mayor a 0.6 y es menor a 0.75, el cargo por energía será aumentado en 15% más el 2% por cada centésima que el factor de potencia sea inferior a 0.75; y
- 3). Si el factor de potencia es inferior a 0.60, la distribuidora puede suspender el suministro, previo aviso al usuario, hasta que este último modifique su sistema eléctrico de tal modo que su factor de potencia sea corregido, superando el valor de 0.90.

La capacidad de suministro será acordada entre las partes y su facturación será aplicable por un período de doce meses a partir del inicio del suministro, a menos que durante los mismos se sobrepase la capacidad establecida; entonces la distribuidora considerará esta potencia como la nueva capacidad de suministro hasta que finalice el período de doce meses, en caso de que el exceso suceda durante el primer semestre; o durante un período de seis meses si el exceso ocurriese durante el segundo semestre. Una vez finalizado algún período vigente, las partes deberán acordar una nueva capacidad de suministro, en caso contrario se continuará considerando al exceso registrado como la capacidad de suministro convenida. Si durante este lapso se sobrepasa otra vez el suministro convenido, comienza un ciclo de seis meses, considerando a la potencia registrada como la nueva capacidad de suministro.

Salvo el caso particular de tarifas en que se aplique otra modalidad, la facturación deberá realizarse en base a lecturas reales, lo cual es empleado en la Ciudadela, ya que el medidor general es un medidor electrónico que tiene la capacidad de llevar el registro de la energía por hora.

2.4.2.- LECTURA Y COMPRESION DE LA FACTURA ELECTRICA.

En el presente apartado se da una explicación sobre lo que significa cada ítem que aparece en la factura eléctrica que CAESS envía a todos sus abonados que pertenecen a la categoría de grandes clientes. A su vez este apartado servirá como guía para la comprensión de cómo se factura el consumo eléctrico que Ciudadela tiene.

A continuación se describe cada parte de que consta la factura:

La factura que CAESS envía a sus clientes grandes consta de tres partes disponibles una de otra. La primera, que es la mayor, es el comprobante que al cliente o consumidor le queda, en él se desglosa diversos parámetros que luego serán explicados. La parte media de la factura es el comprobante de ingreso al banco, y la parte restante el comprobante de ingreso a la compañía distribuidora. En las dos últimas partes no se indica el desglose de los consumos.

Asimismo, la distribuidora envía un estado de cuenta adjunto, donde se detalla la factura.

NCC: Número de Cuenta Corriente. Es el número que la distribuidora asigna a cada cliente, como identificación para cualquier trámite.

Zona, Ruta, Secuencia: Datos que la distribuidora emplea para la identificación del cliente para la entrega del recibo, distinguiéndolo de otros abonados, logrando así llevar un registro sobre el servicio al usuario.

Tarifa: Indica la categoría tarifaria a la que pertenece el usuario.

Fact. Desde, Fact. Hasta, Días Fact.: Empleado para conocer el número de días de consumo que se cobran (días facturados) y que resultan del conteo de los días desde la fecha de inicio de la facturación (facturado desde), hasta el día en que se tomó la lectura en el medidor (facturado hasta).

Medidor: Es el número asignado al medidor y que lo identifica y distingue de cualquier otro.

Multiplicador: Es un número que multiplicado por el valor indicado en el medidor, da como resultado el consumo real del usuario.

Datos Generales: En este ítem se detalla el nombre de la persona, natural o jurídica, que contrató el servicio eléctrico, dirección del lugar donde se presta el servicio, tipo de giro y registro.

Capacidad de Suministro: Es la capacidad mínima que la distribuidora se compromete a dar y el usuario a cancelar mensualmente. Esta capacidad se estipula de mutuo acuerdo entre las partes. En esta parte se especifica la capacidad en kW y la fecha desde que está en vigencia dicha capacidad. Asimismo en este apartado se incluye la garantía y su fecha de vencimiento, en donde se identifica el tipo de garantía que respalda el servicio al consumidor.

Registro No. 321-3

NIT 0614-171190-0013

Giro: Luz y Fuerza Eléctrica

Codificación con la que se identifica la distribuidora para efectos fiscales.

Importe: Es el desglose del pago de los cargos por el consumo de la energía eléctrica. Dichos cargos se detallan así:

Cargo por energía en hora punta: Pago mensual que el usuario hace, resultante de multiplicar los kWh consumidos en el mes durante las horas punta por la tarifa establecida.

Cargo por energía en hora resto: Pago mensual que el usuario hace, resultante de multiplicar los kWh consumidos en el mes durante las horas resto por la tarifa establecida.

Cargo por energía en hora valle: Pago mensual que el usuario hace, resultante de multiplicar los kWh consumidos en el mes durante las horas valle por la tarifa establecida.

Cargo por atención al cliente: Pago mensual por los servicios administrativos que se le prestan al usuario.

Cargo por uso de la red: Pago que cubre las inversiones y el mantenimiento del tendido eléctrico e infraestructura necesaria para suministrar la energía eléctrica de manera continua.

IVA: Es el impuesto aplicable al usuario final.

Detalle Alcaldía: En él se especifica el mes y año de los impuestos municipales de alumbrado, desechos sólidos y/o aseo, a cobrar por la Alcaldía del municipio donde se encuentra el abonado.

Sub-Total: Es la suma de los cargos que la distribuidora hace por consumo eléctrico, atención al cliente y uso de la red, e IVA.

Sub-Total Gravado: La suma de los cargos sin IVA.

Abono Cliente Corporativo: Es el descuento a aquel gran cliente que posee varias entidades, todas facturando a la compañía distribuidora y que debido a ello compra a la misma la energía en bloque.

Cuenta pendiente: Valor de la factura anterior. Se aplica cuando el cliente no canceló la cuenta anterior.

Valor Alcaldía: Es la suma de todos los servicios municipales que se le cobran a través de su recibo.

Total a pagar: Es la suma de todos los servicios que se le cobran a la factura.

En el estado de cuenta, se detalla la capacidad de suministro contratada, su fecha de inicio de vigencia, número del medidor y su multiplicador, lecturas anteriores y actuales en kWh, kW entregados y de suministro, cargos por atención al cliente, por energía, por uso de la red y por sanciones al factor de potencia, así como por energía no servida.

Este estado de cuenta sirve para que el cliente lleve su propio historial de consumo.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE CIUDADELA DON BOSCO

3.1.- ANTECEDENTES DE CIUDADELA DON BOSCO

La Ciudadela Don Bosco es un complejo socio-educativo localizado en Soyapango, densa ciudad al este del Area Metropolitana de San Salvador (AMSS). Soyapango, sus alrededores y otros municipios aledaños ya suman más de medio millón de habitantes, convirtiéndose así en la región más densa de El Salvador.

El terremoto del 10 de Octubre de 1986 causó daños a algunos centros educativos salesianos, por lo que se racionalizaron esfuerzos, buscando una mayor eficacia a partir de la integración de varias instituciones que, incluso, pudieran compartir áreas comunes sin perder su identidad. Así surgió el concepto de la Ciudadela Don Bosco.

La Ciudadela es el todo; las partes son:

- El Templo San Juan Bosco
- El Colegio Don Bosco
- El Centro de Formación Profesional, que incluye los talleres de costura, computadoras, electrónica, electricidad, mecánica automotriz, mecánica general y construcción.
- El Oratorio Festivo y el Centro Juvenil
- El Complejo Deportivo (diez canchas, piscina, gimnasio y estadio)
- La Residencia Salesiana
- La Universidad Don Bosco
- La Biblioteca Universitaria Rafael Meza Ayau

- El Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITT) como dependencia universitaria, el cual comprende los talleres de electrónica, electricidad, comunicaciones, ciencias básicas, mecánica de precisión, soldadura, centro de computo y próximamente metrología y ortopedia.
- El Centro de Convenciones
- Residencias Universitarias.

Las edificaciones ocupan un área de 33 manzanas (22 hectáreas) del antiguo casco de la Hacienda Venecia, ubicadas en una zona de rápido crecimiento urbano al norte Soyapango; colocándose la primera piedra de Ciudadela Don Bosco el 11 de Febrero de 1989 (Colegio Don Bosco).

A la fecha del presente trabajo, casi todas las obras están concluidas o en estado de avance. Faltan la piscina, el gimnasio, el estadio y las residencias universitarias.

3.2.- DIAGNOSTICO

Para la implantación de programas de ahorro de energía, es necesario conocer la forma en que se consume y como está distribuido ese consumo dentro de una institución.

El punto de partida para la implantación de programas de conservación de energía es la realización de un diagnóstico de la forma en que se consume la energía eléctrica en una institución. Dicho diagnóstico es el insumo con el cual se puede detectar oportunidades de ahorro de energía o los lugares donde se hace un uso poco eficiente de la misma.

Por otra parte con el diagnóstico se puede obtener la distribución del consumo de la energía y de esta forma determinar las actividades en las cuales se tiene mayor demanda de energía.

3.2.1.- FACTURACION

En la siguiente tabla se muestra un historial del consumo eléctrico y la facturación hecha a Ciudadela por CAESS.

HISTORIAL DE CONSUMO Y DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA PARA CIUDADELA DON BOSCO

AÑO	MES	DIAS FACTURADOS	MAXIMA DEL MES KW	CAPACIDAD DE SUMINISTRO KW	KWH	IMPORTE EN ¢
1999	Abril	32	312	320	71040	55673.05
1999	Mayo	29	324	324	76680	59324.85
1999	Junio	30	288	324	73680	57300.35
1999	Julio	31	336	336	84120	66757.88
1999	Agosto	30	336	336	71760	63464.45
1999	Septiembre	30	360	360	91200	78058.81
1999	Octubre	32	336	360	96600	81792.82
1999	Noviembre	28	312	360	72120	64602.13
1999	Diciembre	30	252	360	71400	64121.7
2000	Enero	32	240	360	70920	62074.76
2000	Febrero	31	312	360	83760	68401.06
2000	Marzo	32	336	336	95640	74916.65
2000	Abril	29	324	336	82920	71665.25
2000	Mayo	30	336	336	77040	72322.38

Tabla 3.1 Historial de consumo y facturación de Ciudadela Don Bosco.

Tal como puede verse en la columna de los kWh consumidos, el consumo energético de Ciudadela disminuye en los meses correspondientes precisamente a las vacaciones de interciclo de la Universidad y de los laboratorios del CITT, así como de las vacaciones anuales del Colegio.

Por otra parte se debe considerar dentro de las posibilidades de ahorro de energía el aspecto de la capacidad de suministro de Ciudadela con la compañía distribuidora, ya que en el caso de que Ciudadela sobrepase dicha capacidad de suministro que para el caso es de 336 Kw la compañía le aplica a Ciudadela una nueva tarifa la cual corresponde a la nueva capacidad de suministro que se registre en ciudadela, siempre y cuando esta sobrepase la capacidad de suministro pactada. Con la finalidad de no sobrepasar la capacidad de suministro seria recomendable un estudio de demanda coincidental en Ciudadela.

La capacidad de suministro será acordada entre las partes y su facturación será aplicable por un período de doce meses a partir del inicio del suministro, a menos que durante los mismos se sobrepase la capacidad establecida; entonces la distribuidora considerará esta potencia como la nueva capacidad de suministro hasta que finalice el período de doce meses, en caso de que el exceso suceda durante el primer semestre; o durante un período de seis meses si el exceso ocurriese durante el segundo semestre. Una vez finalizado algún período vigente, las partes deberán acordar una nueva capacidad de suministro, en caso contrario se continuará considerando al exceso registrado como la capacidad de suministro convenida. Si durante este lapso se sobrepasa otra vez el suministro convenido, comienza un ciclo de seis meses, considerando a la potencia registrada como la nueva capacidad de suministro.

Salvo el caso particular de tarifas en que se aplique otra modalidad, la facturación deberá realizarse en base a lecturas reales, lo cual es empleado en la Ciudadela, ya que el medidor general es un medidor electrónico que tiene la capacidad de llevar el registro de la energía por hora.

El Artículo 93 del Reglamento de la Ley General de Electricidad establece que las condiciones de suministro de energía eléctrica contenidas en las tarifas eléctricas al consumidor final, deberán incluir las compensaciones por energía no entregada; dicha compensación deberá realizarse trimestralmente, y se podrá efectuar entregando en efectivo las cantidades correspondientes o compensando con energía por un valor equivalente en los documentos de cobro subsiguientes, cuyo número no podrá ser superior a tres.

Si el contrato con el usuario final no incluye compensaciones por energía no entregada, la distribuidora estará obligada a pagar al usuario final el equivalente al doscientos por ciento del valor de la energía no suministrada.

Para el caso de la Ciudadela Don Bosco, esta institución cuenta con sus índices para el cálculo de la energía no servida establecidos por CAESS.

3.2.2.- CENSO DE CARGA EN CDB

A continuación se presentan: la metodología aplicada y los resultados del censo de carga en las instalaciones de Ciudadela Don Bosco. En general la carga predominante en Ciudadela está constituida por las cargas de alumbrado, talleres de precisión y soldadura, computadoras y aire acondicionado.

3.2.3.- METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL LEVANTAMIENTO DEL CENSO

A continuación se detalla el proceso que se aplicó para el levantamiento del censo de carga y la forma en la que se obtuvieron los resultados finales del mismo.

□ Segmentación de Ciudadela Don Bosco

En esta parte se dividió a Ciudadela Don Bosco en cuatro áreas principales:

- a. Centro de Formación Profesional
- b. Colegio Don Bosco
- c. Universidad Don Bosco
- d. Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología

A su vez cada una de estas instituciones se subdividió en cada uno de sus componentes, como por ejemplo Universidad Don Bosco se subdividió en: Aulas magnas "A", "B", Aulas estándar "A", "B" y "C", edificio administrativo, biblioteca, salón de usos múltiples y cafetería.

□ Levantamiento eléctrico de los segmentos definidos

En esta etapa se procedió a la toma de datos de placa de la carga efectiva para cada una de las instituciones que conforman Ciudadela Don Bosco, así

mismo se tomaron anotaciones de las anomalías existentes en el sistema eléctrico de CDB.

□ **Entrevistas con personal y usuarios de Ciudadela Don Bosco**

Con la finalidad de determinar información de utilidad para el estudio, se realizaron las siguientes entrevistas: período de operación y/o la forma en que se emplea la maquinaria o equipo, existencia de personal de mantenimiento definido.

□ **Creación de tablas de consumo**

En este punto se procedió a la clasificación y tabulación del equipo, máquinas y herramientas. Para tal fin, se determinaron los datos de potencia real de cada equipo así como el tiempo estimado de operación de cada uno de ellos con la finalidad de obtener la energía que demanda cada uno de estos equipos en un período determinado.

□ **Consolidación de la información**

En este punto se procedió a la sumatoria de las demandas de energía de cada una de las partes que conforman Ciudadela, con lo cual se obtuvo la distribución de la demanda en Ciudadela Don Bosco, con lo cual se determinó que instituciones son las mayores consumidoras dentro de CDB. Por medio de las tablas obtenidas de el censo de carga se determinó el consumo global por rubro dentro de CDB, obteniéndose con ello las cargas críticas a las cuales se les realizó el análisis preliminar de las OCE's.

□ **Determinación de cargas críticas**

En base a la definición de cargas críticas, “ carga crítica son aquellas que consumen la mayor cantidad de energía, y en las cuales se puede encontrar oportunidades de ahorro de energía “, luego de la obtención de las tablas consolidadas se logró determinar que las cargas críticas son:

- a. Computadoras.
- b. Talleres.
- c. Aires Acondicionados.
- d. Iluminación.

□ **Planteamiento de las recomendaciones**

Luego de la realización de los pasos anteriores, se logró determinar las recomendaciones para cada una de las cargas críticas.

Sobre la base del censo de carga se determinarán los mayores consumidores y por ende las áreas en donde existen oportunidades de ahorro de energía.

3.2.4.-MAYORES CONSUMIDORES

A continuación se presenta una tabla resumen de los rubros en los que se consume la mayor cantidad de energía en Ciudadela Don Bosco, y el consumo de cada una de las instituciones que conforman Ciudadela.

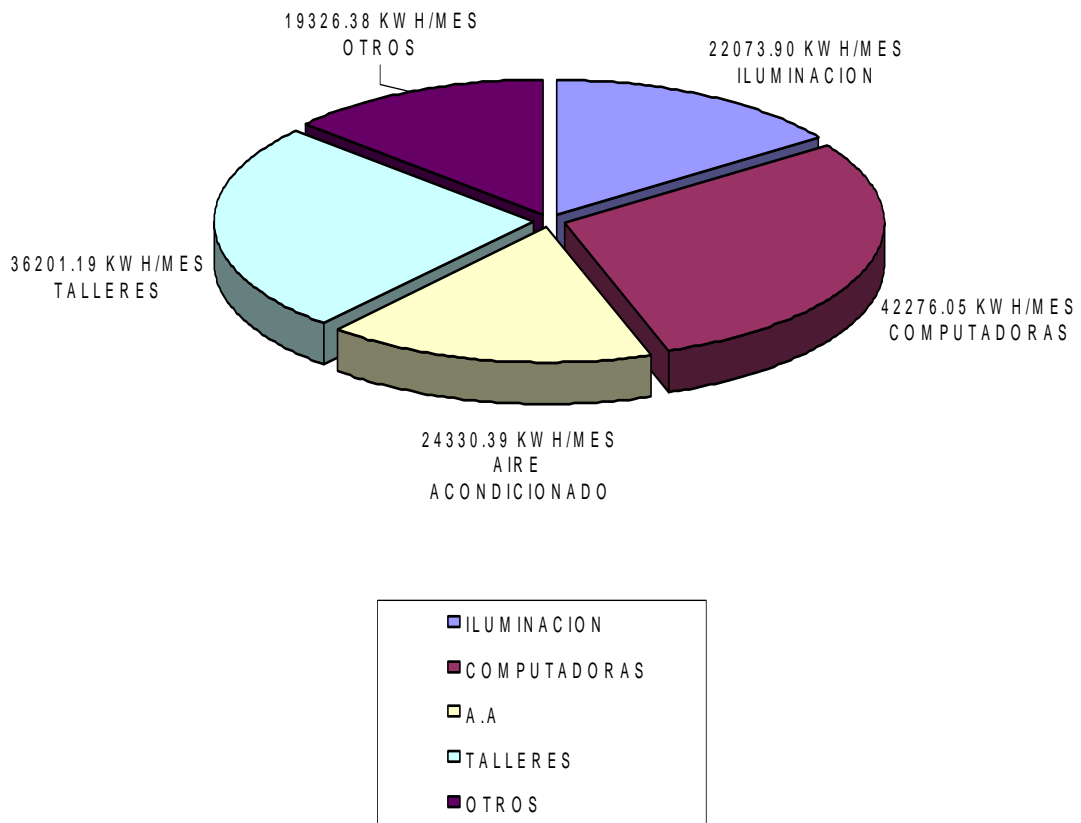
TABLA RESUMEN DEL CONSUMO DE ENERGIA POR INSTITUCION EN CDB

INSTITUCION	KWH/MES	%
CITT	77039.34	52.31
UDB	21650.32	14.70
COLEGIO DB	17285.55	11.74
CFP	23877.58	16.21
ILUMINACION EXTERIOR	2682.00	1.82
CAFETERIAS	4726.63	3.21
TOTAL	147261.43	100.0

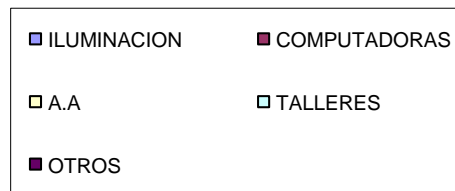
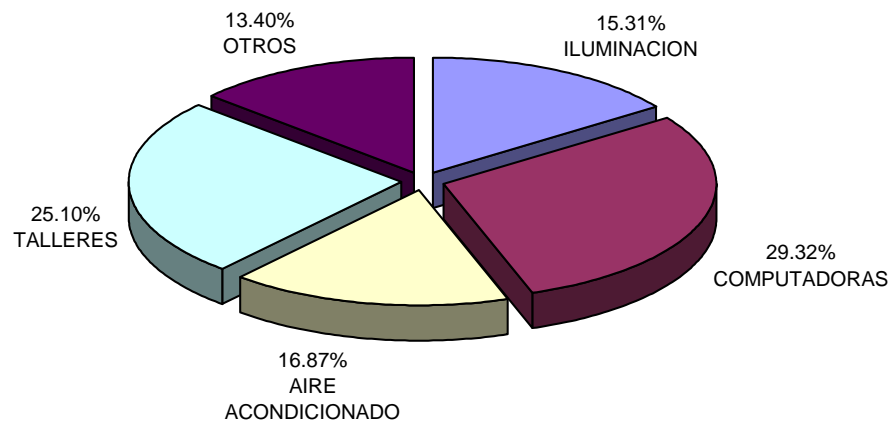
TABLA GENERAL DE DEMANDA DE ENERGIA POR RUBRO EN CDB

RUBRO	KWH/MES	%
ILUMINACION	22073.90	15.31
COMPUTADORAS	42276.05	29.32
A.A	24330.39	16.87
TALLERES	36201.19	25.10
OTROS	19326.38	13.40
TOTAL	144207.91	100.00

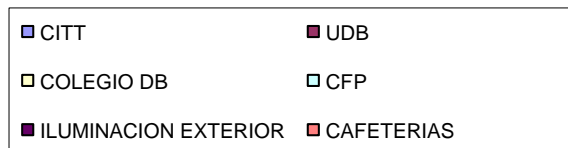
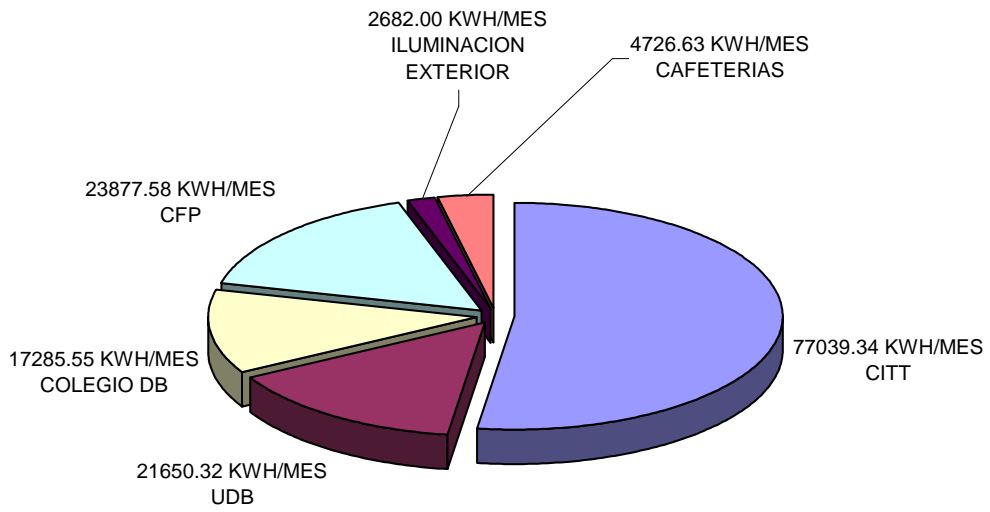
DEMANDA DE ENERGIA POR RUBRO EN CDB



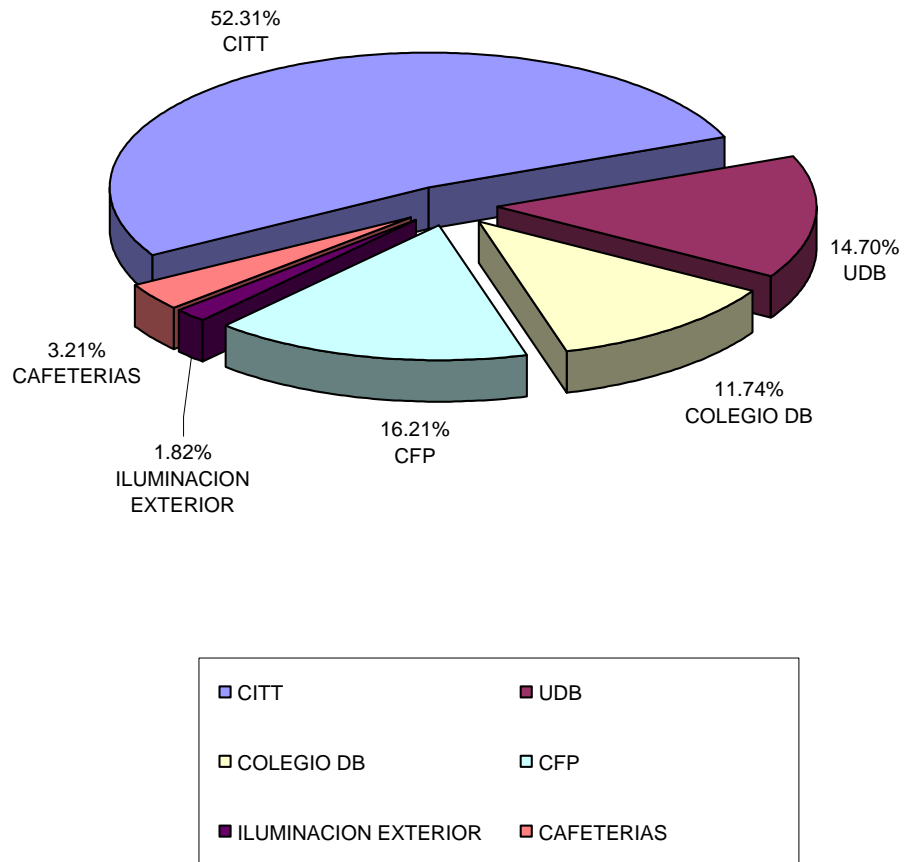
DEMANDA PORCENTUAL DE ENERGIA POR RUBRO EN CDB



DISTRIBUCION DE CARGA EN CDB



DEMANDA PORCENTUAL POR INSTITUCION EN CDB



Como el censo lo demuestra, las cargas críticas en CDB la constituyen las cargas de alumbrado, aire acondicionado, talleres y computadoras, por lo cual se realizara el análisis de las OCES para los rubros antes mencionados.

3.3.-DIAGRAMA UNIFILAR DE CDB

A continuación se presenta el diagrama unifilar de la red primaria de CDB, en el se muestran cada una de las subestaciones de transformación. Los puntos de transformación se componen de la siguiente forma:

1. Cuatro subestaciones trifásicas de 3 X 167 KVA
2. Catorce subestaciones monofásicas de diferente capacidad
3. Una subestación trifásica de 3 X 15 KVA

El circuito primario es de conductor ACSR # 2, el servicio es suministrado por CAESS y se tiene una medición general primaria.

3.3.1.-Características de la medición primaria de CDB

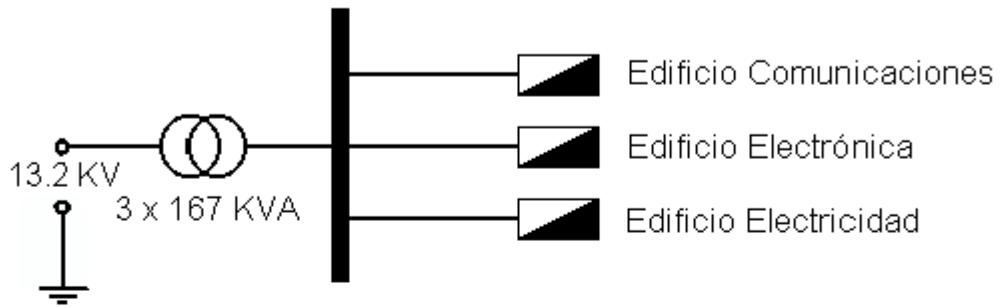
El suministro de energía eléctrica a CDB se realiza en media tensión 23 KV, teniéndose en el punto de entrega una medición primaria, empleándose para ello tres transformadores de corriente cuya relación amperimétrica es de 50:5 amperios, tres transformadores de potencial que tienen una relación de transformación de 14400:120 voltios. Su medidor general es un medidor electrónico ABB, cuyas características son:

- | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Multiplicador 1200 | <input type="checkbox"/> 4 hilos |
| <input type="checkbox"/> 2.5 Amperios | <input type="checkbox"/> 3 fases |
| <input type="checkbox"/> 120 / 480 Voltios | <input type="checkbox"/> Kh de 1.8 |

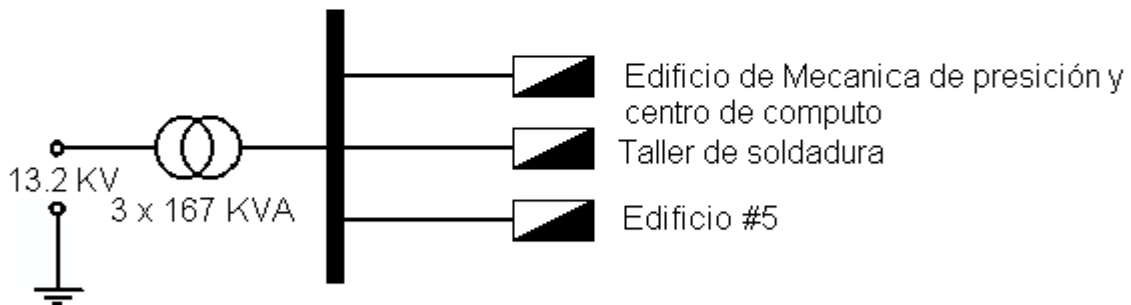
Por lo que se establece que las mediciones efectuadas a ciudadela son horarias, es decir que la facturación del consumo energético dependerá de los horarios tarifarios.

3.3.2.-DISTRIBUCIÓN DE CARGA POR SUBESTACIÓN

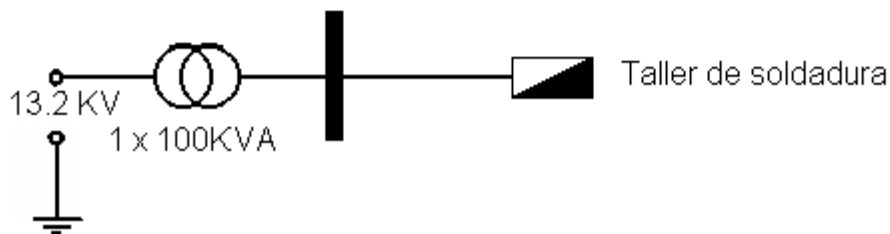
PUNTO N° 1. SUBESTACIÓN TRIFASICA 3X167KVA CITT



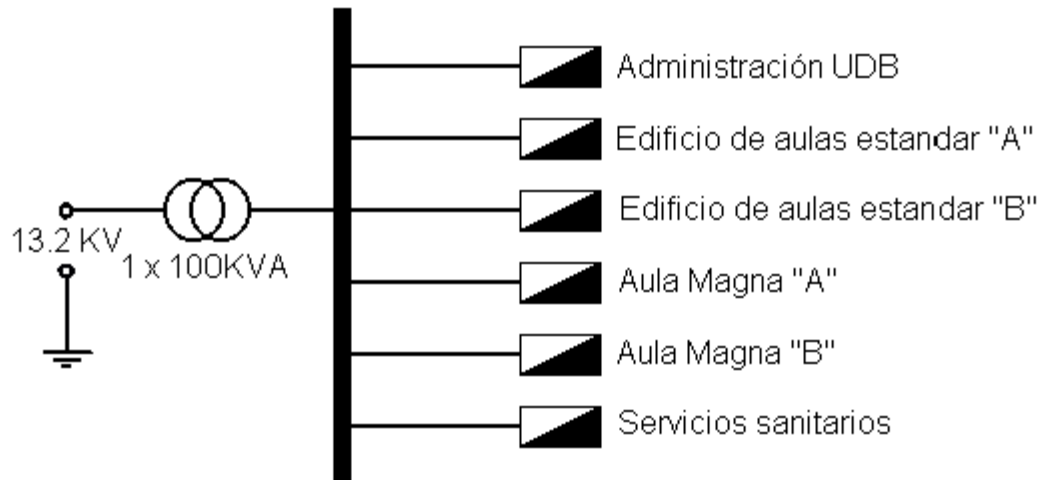
PUNTO N° 2. SUBESTACION TRIFASICA 3X167KVA CITT



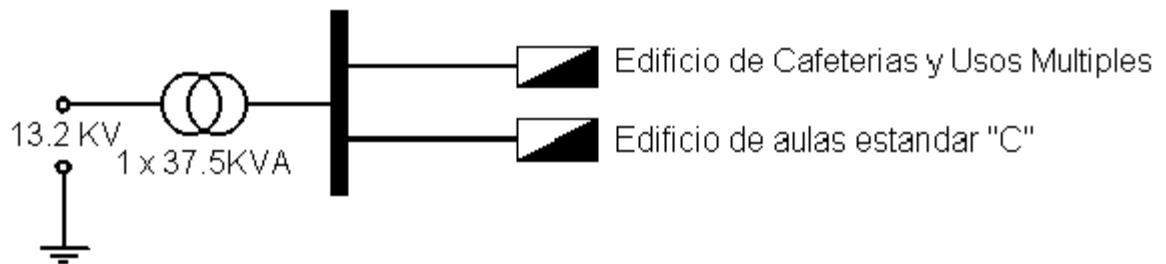
PUNTO N° 3. SUBESTACION MONOFASICA 1x100KVA CITT



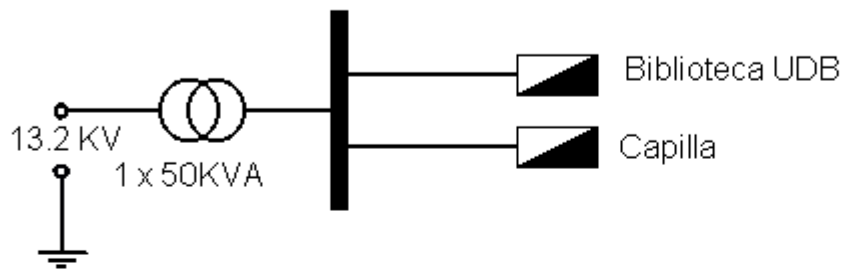
PUNTO N° 4. SUBESTACION MONOFASICA 1x100KVA UDB



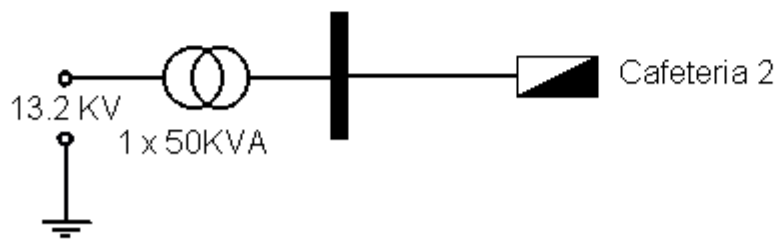
PUNTO N° 5. SUBESTACIÓN MONOFASICA 1x37.5KVA UDB



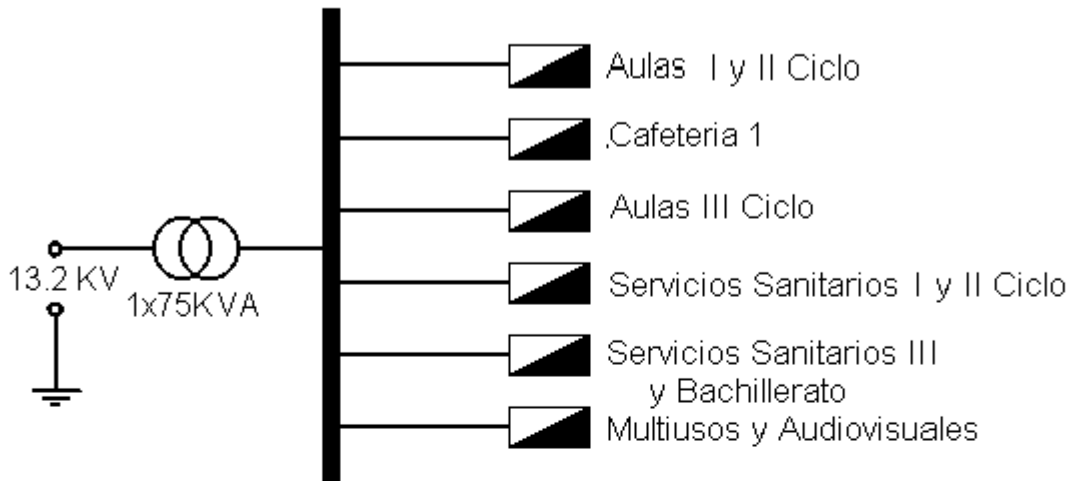
PUNTO N° 6. SUBESTACION MONOFASICA 1x50KVA UDB



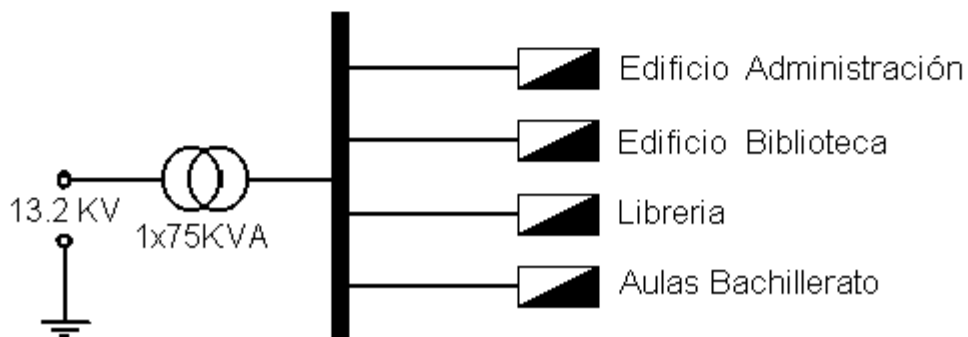
PUNTO N° 7. SUBESTACION MONOFASICA 1x50KVA COLEGIO DON BOSCO



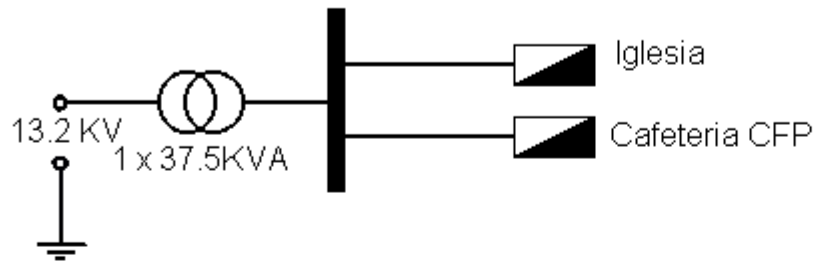
PUNTO N° 8. SUBESTACION MONOFASICA 1x75KVA COLEGIO DON BOSCO



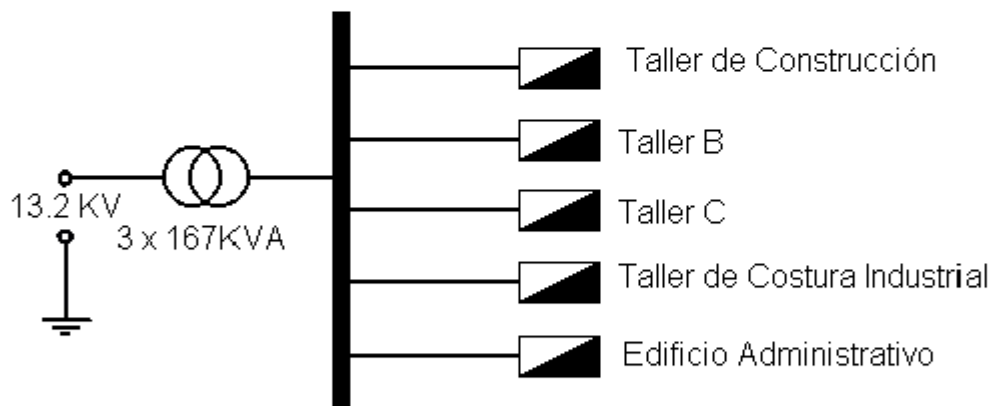
PUNTO N° 9. TRANSFORMADOR MONOFASICO 1x75KVA COLEGIO DON BOSCO



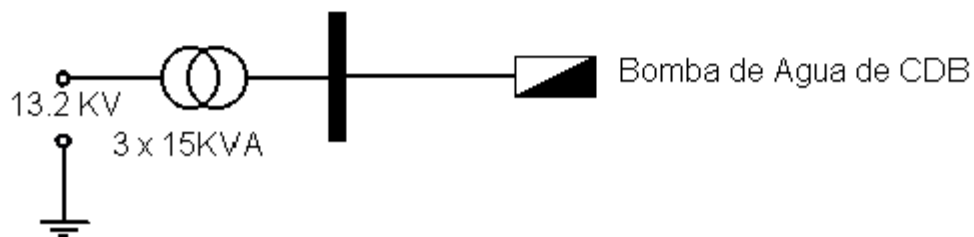
PUNTO N° 10. SUBESTACIÓN MONOFASICA 1x37.5KVA CFP



PUNTO N° 11. SUBESTACION TRIFASICA 1x167KVA CFP



PUNTO N° 12. SUBESTACION TRIFASICA 1x167KVA CFP



3.4.-RECORRIDO DE LAS INSTALACIONES DE CDB

Durante el recorrido por las instalaciones de CDB se detecto:

1. Luminarias encendidas durante el día
2. Aulas con división pero con el mismo circuito de luces
3. Maquinas trabajando en vacío sin operario
4. Cafeteras encendidas durante el fin de semana
5. Computadoras encendidas durante el fin de semana (en oficinas)
6. Aires acondicionados encendidos fuera de horas laborales
7. Los locales con aire acondicionado no poseen aislamiento térmico para reducir perdidas
8. Tipo de luminarias inadecuada en los talleres de soldadura y mecánica automotriz
9. Los aires acondicionados se encuentran seteados a su mínima temperatura
10. Aislamiento de las tuberías de aire acondicionado dañado
11. Oasis trabajando las 24 horas del durante toda la semana
12. Distribución inadecuada de las luminarias en algunos edificios
13. Maquinas que debieran tener circuito independiente conectadas a un mismo circuito
14. Ventiladores en el mismo circuito de iluminación en la biblioteca
15. Veinte tomacorrientes alimentados por medio de un toma corriente de 20 amperios
16. Térmicos calientes en el tablero de tercer ciclo del colegio
17. No existe personal de mantenimiento definido en el CITT, UDB, y personal escaso en CFP y colegio
18. Equipo de laboratorio encendido fuera de horas laborales
19. Iluminación exterior con control central manual
20. Puertas exteriores del edificio de comunicaciones del CITT abiertas y el equipo de aire acondicionado trabajando.

En base a las observaciones anteriores se pueden determinar oportunidades de ahorro de energía.

OBSERVACIONES HECHAS DURANTE EL RECORRIDO

◆ Iluminación

- *Luminarias encendidas durante el día*; tal es el caso de los talleres de Eléctrica y Electrónica, en los cuales la iluminación de los mismos permanece en funcionamiento durante las horas de iluminación solar. Asimismo, en el Colegio y en la Universidad varias aulas permanecen con las luces encendidas durante las clases.
- *Aulas con división pero con el mismo circuito de luces*; tal es el caso de los antiguos locales de las escuelas de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, las cuales estaban ubicadas en un aula separadas por una división en el edificio de Aulas Estándares A de la Universidad, quedando el interruptor del circuito de luces en el local de la escuela de Ingeniería Eléctrica. Cuando los docentes de Ingeniería Electrónica se retiraban, las luces del local permanecían encendidas, hasta que los docentes de Ingeniería Eléctrica se retiraban apagando las luces, con el consecuente desperdicio de energía eléctrica. Estas condiciones se repetía en varias aulas con división de los edificios de la Universidad.
- *Tipo de luminarias inadecuada en los talleres de soldadura y mecánica automotriz*; tal es el caso del taller de mecánica de precisión donde las luminarias se encuentran demasiado altas con respecto al plano de trabajo de las máquinas herramientas; además, esta maquinaria posee lámparas de brazo extensible para tener una iluminación focalizada en el plano del trabajo, la cual no es empleada. Por lo tanto, para lograr una iluminación adecuada en el taller se requiere encender todas las luminarias, y no se emplean las lámparas de la máquina herramienta. Por lo tanto se tiene un gasto innecesario de energía eléctrica en iluminación de los talleres.

- *Distribución inadecuada de las luminarias en algunos edificios*; como por ejemplo, el local donde se encuentran los cubículos de los docentes de las diferentes facultades de la Universidad Don Bosco; el cual posee cuatro circuitos de iluminación, controlados cada uno de ellos por un solo interruptor. Esto provoca que para iluminar un cubículo se tenga que energizar todo un circuito, iluminando un área que no es empleada por personal alguno.

- *Diseño inapropiado del sistema de iluminación y ventilación*; esta observación se hace en vista a lo que sucede en las salas de estudio de la Biblioteca de la Universidad Don Bosco, en donde los interruptores que controlan los circuitos de iluminación, también controlan los circuitos de ventilación (ventiladores de techo). Durante el día, la temperatura ambiente de los salones hace necesario el uso de los ventiladores, por lo que se encienden tanto los ya mencionados como las luminarias, esto produce que exista un incremento de la temperatura leve debido a la disipación de calor de las lámparas; consecuentemente, se hace necesario incrementar las revoluciones de los ventiladores para disminuir la temperatura ambiente.

- *Escaso mantenimiento de las luminarias*; luminarias fluorescentes con tubos dañados es una constante en toda la Ciudadela.

◆ **Aires Acondicionados**

- *Aires acondicionados funcionando fuera de horas laborales*, en el edificio de Comunicaciones del CITT, durante el recorrido que se hizo para el levantamiento de la iluminación, el cual fue realizado fuera de horas laborales durante la noche, se encontraron en funcionamiento aires acondicionados correspondientes a oficinas. Esto indica una indiferencia

por parte del personal administrativo hacia un buen uso de la energía eléctrica.

- *Los locales con aire acondicionado no poseen aislamiento térmico para reducir pérdidas;* tal es el caso del Salón de Audiovisuales del edificio de Aulas Estándares A de la Universidad; donde las puertas metálicas, de acceso al salón, no poseen un aislamiento que impida la transferencia de calor del exterior hacia el local; también las ventanas no poseen un cortinaje lo suficientemente tupido como para impedir la penetración de la iluminación solar, con lo que se proporciona calor al local. Lo mismo sucede con el Centro de Cómputo del CITT.
- *Aires acondicionados ajustados a su mínima temperatura;* debido a las pobres condiciones de aislamiento térmico de los diferentes locales que poseen aires acondicionados, se hace necesario ajustar los mismos a su mínima temperatura para mantener una temperatura ambiente agradable para el trabajo.
- *Los locales con aire acondicionado permiten el escape del frío,* como por ejemplo, el estudio de televisión del edificio de Comunicaciones del CITT, en donde los aires acondicionados se encuentra funcionando a tiempo completo, mientras que las puertas de acceso al estudio se encuentran abiertas de par en par, permitiendo con ello el escape del frío.
- *Fuentes de calor dentro de locales con aire acondicionado,* como por ejemplo, cafeteras funcionando dentro de los mencionados locales, así como computadoras encendidas sin usuario.
- *Escaso mantenimiento al equipo de aire acondicionado,* tal es el caso del equipo de ventilación del CITT y Colegio Don Bosco, donde las tuberías

que transportan el refrigerante presentan daños de gran magnitud en su aislamiento térmico.

◆ Talleres

- *Máquinas trabajando en vacío sin operario.* En algunos procesos industriales, se requiere dejar a la máquina herramienta funcionando en vacío, como la fresadora; mientras que otros procesos no requieren ese funcionamiento, como cuando se usa el torno. Sin embargo, en muchas ocasiones el operario dejaba funcionando la máquina en vacío cuando no era necesario, este comportamiento se observaba más en los talleres de mecánica de precisión del CITT. Esto implica un desgaste del sistema eléctrico de la máquina, aparte del malgasto de energía debido a un uso inadecuado de la misma.
- *Distintas máquinas poseen circuitos comunes;* tanto en el CITT como en el CFP, diversas maquinarias están alimentadas por un circuito, lo cual provoca un calentamiento de los conductores con las consiguientes pérdidas debidas al efecto Joule, aparte de significar inconvenientes al momento de dar mantenimiento a las maquinarias.
- *Alimentación de una veintena de tomacorrientes por medio de una extensión eléctrica proveniente de un tomacorriente de 20 amperios,* cada tomacorriente da alimentación eléctrica a una computadora como mínimo; dicha anomalía se presenta en el laboratorio de los talleres de Ingeniería Electrónica del CITT.
- *Equipo de laboratorio encendido fuera de horas laborales,* en el edificio de talleres de Electrónica del CITT, durante el recorrido que se hizo para el levantamiento de la iluminación, el cual fue realizado fuera de horas

laborales durante la noche, se encontraron en funcionamiento equipos de medición y de prácticas encendidos.

◆ **Equipo de Oficina.**

- *Equipo de oficina encendido fuera de horas laborales;* durante el recorrido para el levantamiento del censo durante los fines de semana, se encontró en varias oficinas computadoras y cafeteras encendidas, implicando un gasto innecesario de energía a causa de descuidos de los usuarios.

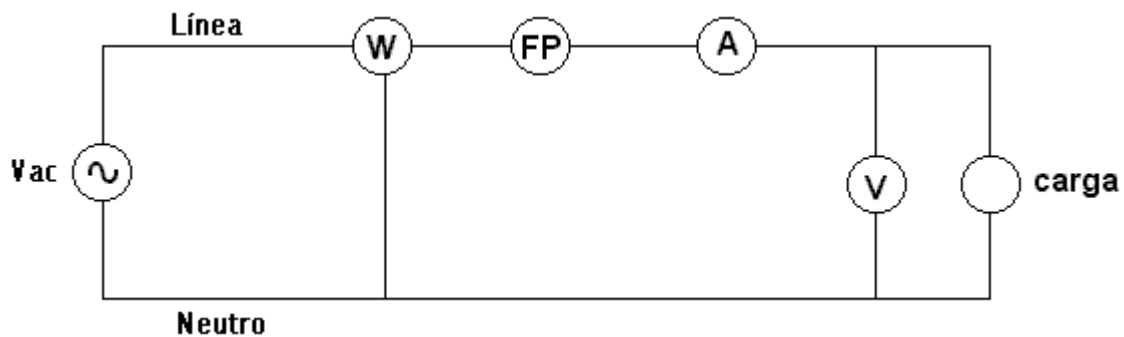
◆ **Varios**

- *Térmicos calientes en tableros del Tercer Ciclo del Colegio Don Bosco;* esto es indicativo de una mala consideración en la capacidad del conductor del circuito, y por lo tanto se provocan pérdidas por el efecto Joule.
- *Escaso personal de mantenimiento;* el cual se encuentra definido, con personal escaso, en el CFP y en el Colegio Don Bosco; mientras que en la Universidad y en el CITT este tipo de personal es inexistente.

3.5.-MEDICIONES

3.5.1.-DATOS DE MEDICIONES DE EQUIPO

Circuito general empleado para la medición de parámetros eléctricos de luminarias 2 X 40 W, luminaria de mercurio de 175 W y computadoras.



A continuación se detalla el equipo y los parámetros que se midieron:

- Computadora 120 V
- Lámpara fluorescente de 120 V; 2 X 40 W
- Lámpara de mercurio de 240 V; 175 W

Parámetros medidos:

- Voltaje
- Corriente
- Potencia real
- Potencia reactiva
- Factor de potencia

MEDICIONES EN EQUIPO HECHAS CON MEDIDORES DE LABORATORIO

EQUIPO	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	P (W)	Q (VAR)	FP
<i>Computadora en operación normal</i>	120	1	80	91	0.65 (adel.)
<i>Computadora en condición de ahorro</i>	120	0.98	75	92	0.65 (adel.)
<i>Lampara de Mercurio</i>	225	0.83	185	0	1 (atr.)
<i>Lampara fluorescente (ambos tubos funcionando)</i>	120	0.81	94	23.5	0.97 (atr.)
<i>Lampara fluorescente (un tubo funcionando)</i>	120	0.36	12	41	0.52 (atr.)
<i>Lampara fluorescente (sin tubos funcionando)</i>	120	0.34	7	43	0.40 (atr.)

MEDICIONES ADICIONALES

EQUIPO	VOLTAJE (V)/fase	I con carga (A)/fase	I en vacio (A)/fase	I medida (A)/fase	RLA (A)
<i>Torno</i>	208	7.9	5.6	-	-
<i>Fresadora</i>	208	-	4.3	-	-
<i>Esmeriladora</i>	120	-	3.74	-	-
<i>Aire Acondicionado</i>	240	-	-	29	39.7

En el caso que la corriente medida en el equipo sea mayor al del RLA, esto indica que el equipo esta operando en forma ineficiente y requiere una revisión o reemplazo.

En el caso de estos equipos solamente se pudo medir la corriente y el voltaje debido a la falta de equipo adecuado para realizar las mediciones.

3.5.2.-GRÁFICAS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LAS SUBESTACIONES TRIFÁSICAS DE CDB

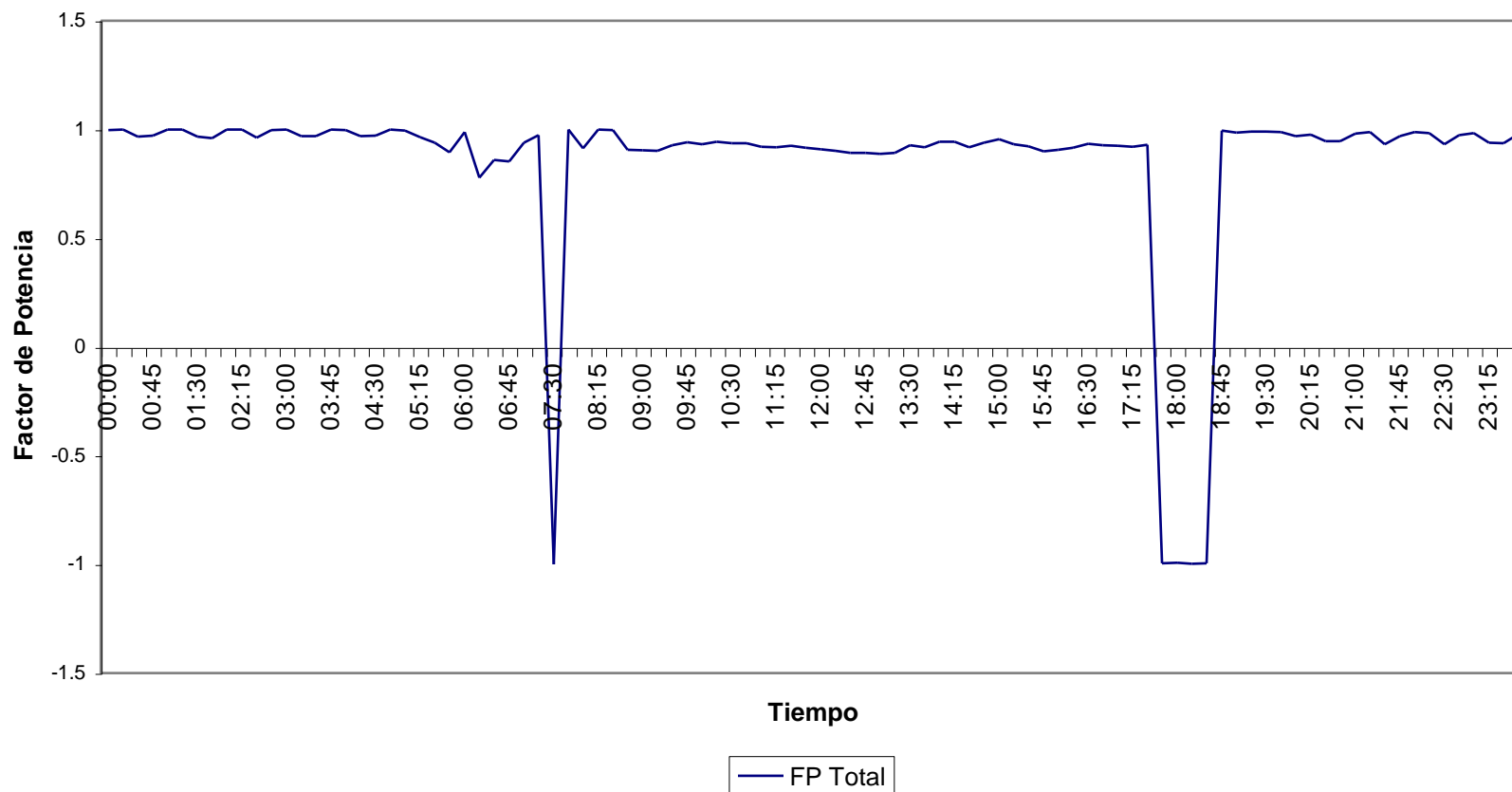
Las mediciones fueron realizadas en tres subestaciones de Ciudadela Don Bosco, las cuales son identificadas en el Plano General de Conjunto de CDB como:

- Punto N°1 : Subestación trifasica de 3x167KVA, ubicada en el CITT.
- Punto N°2 : Subestación trifasica de 3x167KVA, ubicada en el CITT.
- Punto N°11: Subestación trifasica de 3x167KVA, ubicada en el CFP.

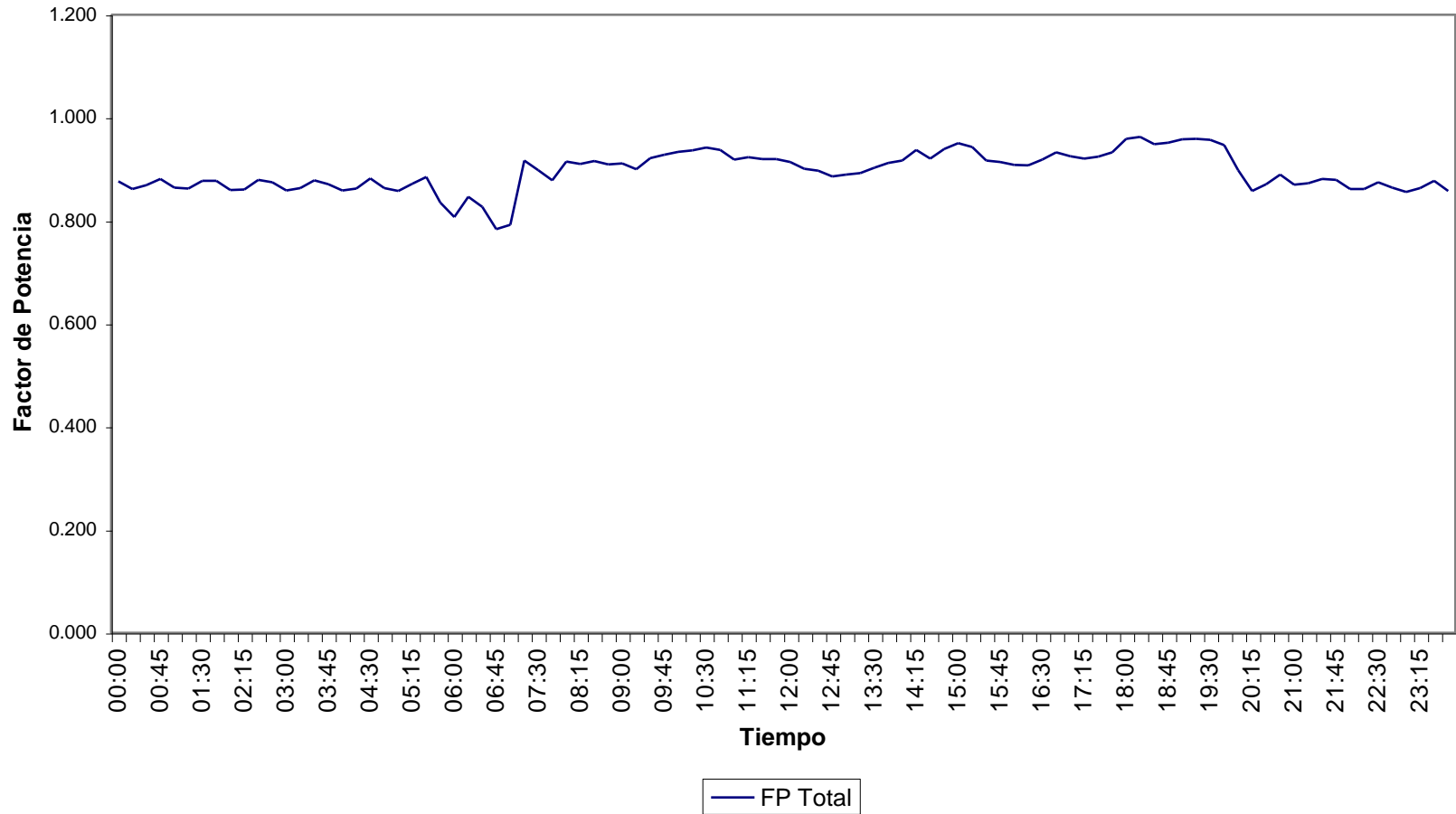
Para cada una de estas subestaciones se construyeron las siguientes gráficas, para un periodo de 24 horas:

- **Gráficas de factor de Potencia.**

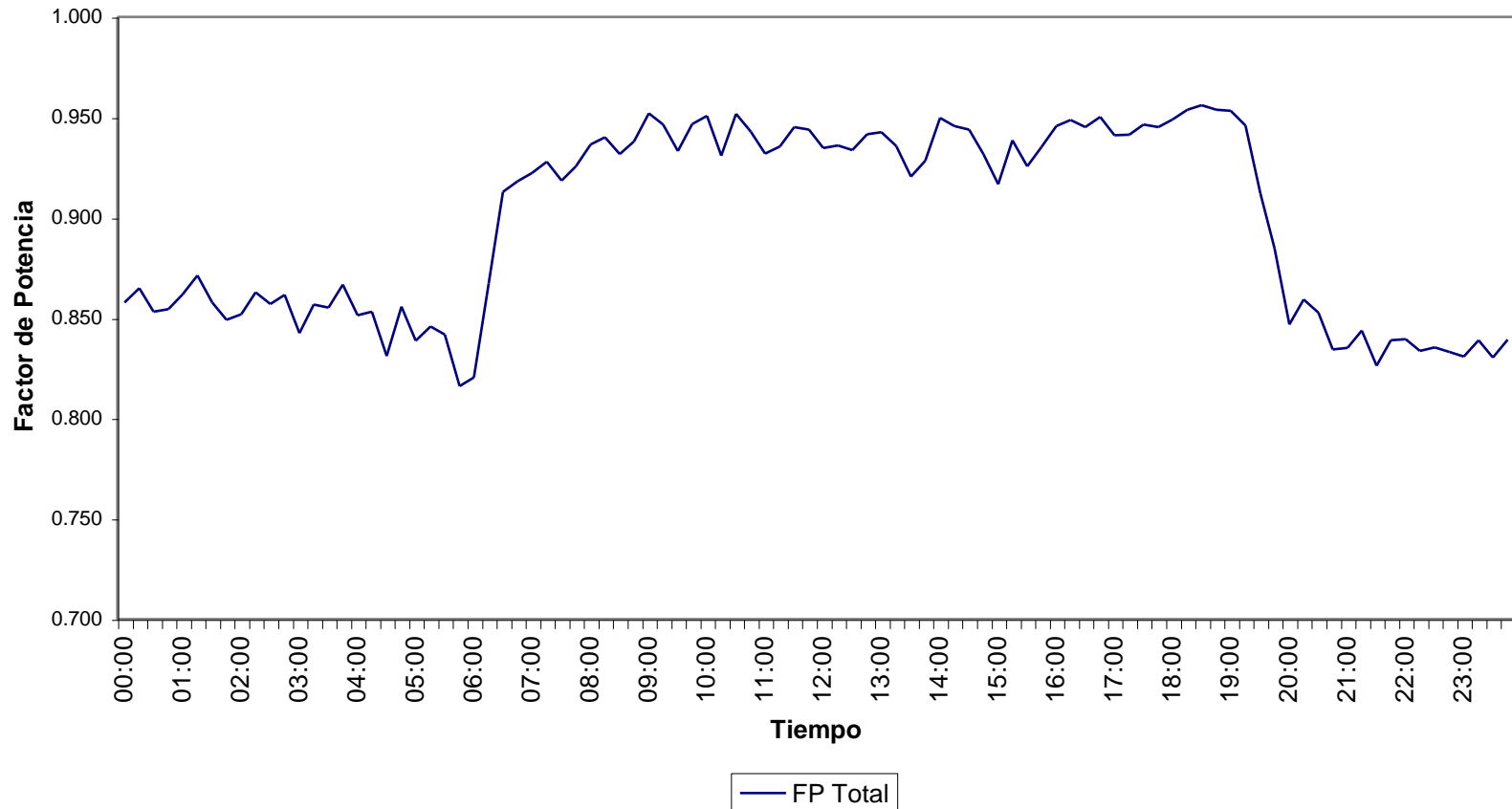
Gráfica del Factor de Potencia, Subestación 1 CITT, día Jueves 15 de Junio de 2000



Gráfica del Factor de Potencia, Subestación 2 CITT, día Lunes 19 de Junio de 2000



Gráfica del Factor de Potencia, Subestación 3 CFP, día Sabado 17 de Julio de 2000



3.6.- PUNTOS DE REDISEÑO RECOMENDADOS A CDB

1. Rediseño del sistema de iluminación en los cubículos de docentes en el edificio de aulas estándar “C”
2. Realización de un estudio de iluminación de los talleres de mecánica de precisión y talleres de soldadura
3. Rediseño de los circuitos eléctricos de las cafeterías
4. Ordenamiento de los centros de carga en CDB
5. Se propone la realización de un estudio profundo de los sistemas de aire acondicionado en CDB, con la finalidad de determinar si el diseño actual es el óptimo
6. Evitar en la medida de lo posible la utilización de regletas en los edificios administrativos para alimentar varios equipos a partir de un toma corriente de 15 amperios
7. Construir circuitos de tomas independientes para cada una de las mesas de laboratorio en el laboratorio de fundamentos generales de electrónica.
8. Construcción de un circuito de fuerza para cada una de las maquinas en los talleres de mecánica de precisión del CITT

3.7.-OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

Es posible ahorrar energía haciendo un uso adecuado de los equipos eléctricos, ya sea equipo de oficina o talleres. A continuación se presenta una tabla con los consumos individuales de algunos de los equipos a los cuales se les midió algunos parámetros eléctricos, con la finalidad de determinar la energía que estos equipos consumen en un tiempo determinado.

EQUIPO	CONSUMO WATTS P/U	TIEMPO	KWH/MES P/U
COMPUTADORA	75	1h / dia * 22 dias laborales	1.65
LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 40 W	94	1h / dia * 22 dias laborales	2.07
LUMINARIA FLUORESCENTE 4 X 40 W	188	1h / dia * 22 dias laborales	4.14
LUMINARIA INCANDESCENTE		1h / dia * 22 dias laborales	0.00
TORNO	1735	1h / dia * 22 dias laborales	38.17
FRESADORA	1332	1h / dia * 22 dias laborales	29.30
ESMERILADORA	382	1h / dia * 22 dias laborales	8.40

Computadoras

En el caso de las computadoras las cuales representan, de acuerdo al censo de carga, el 29.32% de la energía que se consume en CDB, se recomienda apagar las computadoras en los momentos que éstas no se estén utilizando, puesto que la potencia que normalmente consumen es de aproximadamente 75 W en condiciones de ahorro energético. En base a la tabla arriba mostrada, una computadora que permanezca encendida sin ser utilizada durante una hora cada día laboral, le representa a CDB un gasto de energía de 1.65 Kwh/mes aproximadamente.

Talleres

Para los talleres de mecánica de precisión, se consideró para el análisis aquella maquinaria que puede dejarse trabajando en vacío, y que por ende significa pérdidas de energía para CDB. Por ejemplo, si se dejara operando en vacío un torno durante una hora esto le significa a CDB aproximadamente un consumo de energía de 38.17 Kwh/mes,

Con la finalidad de hacer un uso eficiente de la energía se recomienda:

- ❑ Educar al operario para que apague la máquina-herramienta cuando no la este utilizando
- ❑ Separación de circuitos por máquina
- ❑ Empleo de la iluminación focalizada, propia de la máquina-herramienta; en lugar del empleo de la iluminación fluorescente de los talleres

Aire acondicionado

Debido a que el aire acondicionado representa el 16.87% de la carga total de CDB (de acuerdo al censo); se recomienda:

- ❑ Diseñar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos, para que su rendimiento de operación sea próximo a su rendimiento nominal, es decir, se logre una alta eficiencia
- ❑ Sellado de rendijas para evitar la fuga de aire
- ❑ Procurar la colaboración del personal para que no abra constantemente puertas y/o ventanas.
- ❑ Instalar vidrio reflejante o laminas plasticas reflejantes en las ventanas para disminuir la ganancia de calor por radiación solar
- ❑ Colocar persianas o cortinas en las ventanas
- ❑ Ajustar el control de temperatura a 25 °C
- ❑ Instalar toldos para sol en las ventanas
- ❑ Creación de un microclima en los alrededores de las instalaciones con aire acondicionado, mediante la siembra de arboles de sombra
- ❑ Instalación de sombra para los equipos de aire acondicionado
- ❑ Sustitución de luminarias con balastros convencionales por luminarias de ahorro energético de balastro electrónico, las cuales generan menos calor
- ❑ Instalación de termostatos electrónicos

- ❑ Encender el equipo de aire acondicionado de 5 a 10 minutos antes de que entre el personal
- ❑ Concientización del personal para que apague el equipo de aire acondicionado al terminar la jornada laboral.
- ❑ En el caso de los centros de computo se recomienda apagar las computadoras si no están siendo utilizadas, y de esta forma reducir la carga térmica del equipo.
- ❑ Retirar de los locales con aire acondicionado cafeteras, fotocopiadoras u otros equipos que constituyan fuentes de calor.

Iluminación

El porcentaje de la carga total a causa de la iluminación existente en Ciudadela, convierte a la misma en una carga crítica, puesto que representa el 15.31% del total de acuerdo al censo de carga.

Su uso y abuso que de la misma se hace en las diferentes instituciones que componen Ciudadela, motiva a considerar este rubro como uno de los más indicados para lograr, con mayor efectividad, resultados de las recomendaciones sobre oportunidades de ahorro energético que de este trabajo resulten.

A continuación se indican algunas recomendaciones:

- ❑ Separación de los circuitos de iluminación; en el caso de la Biblioteca UDB, poner circuitos de ventilación y de iluminación de forma independiente; y para el edificio de Aulas Estándar A UDB, establecer circuitos independientes de iluminación para cada salón.
- ❑ Limpieza de las luminarias.
- ❑ Cambio de tubos dañados en las luminarias.
- ❑ Evitar el uso de luminarias incandescentes y sustituirlas por luminarias fluorescentes.
- ❑ Aprovechamiento al máximo de la luz natural.

- ❑ Empleo de controles inteligentes para iluminación, por medio del empleo de relojes y/o sensores de movimiento.
- ❑ Instalación de circuitos independientes en oficinas, salones de cubículos y centros de cómputo.
- ❑ Reconversión de las luminarias fluorescentes existentes (cambio de tubos, balastos y difusores por otros de ahorro energético).
- ❑ Sustitución de luminarias existentes por luminarias de ahorro energético.
- ❑ Instalaciones de tragaluces donde sea posible hacerlo.
- ❑ Concientización de la comunidad de CDB para hacer un uso racional del sistema de iluminación.
- ❑ Sustitución de reflectores por lámparas halógenas, ya que una lámpara halógena de 50 ó 90 W puede reemplazar un reflector que consuma el doble, proporcionando suficiente luz.

CAPITULO IV

FUNDAMENTOS GENERALES DE INGENIERIA ECONOMICA

4.1.- ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA ECONÓMICA Y CUÁL ES SU APLICACIÓN?

Hace algunos decenios, hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, los bancos y las bolsas de valores de los países eran las únicas instituciones que manejaban términos como interés, capitalización, amortización, etc. Sin embargo, a partir de los años cincuenta, con el rápido desarrollo industrial de una gran parte del mundo, los industriales vieron la necesidad de contar con técnicas de análisis económico adaptadas a sus empresas, creando en ellas un ambiente para tomar decisiones orientadas siempre a la elección de la mejor alternativa.

Es así como los conceptos financieros y bancarios pasan ahora al ámbito industrial y particularmente, al área productiva de las empresas, a este conjunto de técnicas de análisis para la toma de decisiones monetarias empieza a llamársele Ingeniería Económica.

De esta forma, con el paso del tiempo se desarrollan técnicas específicas para situaciones especiales, dentro de la empresa tales como:

- Análisis sólo de costos en el área productiva.
- Reemplazo de equipos sólo con análisis de costos.
- Reemplazo de equipos involucrando ingresos e impuestos.
- Creación de plantas totalmente nuevas.
- Análisis de la inflación.
- Toma de decisiones económicas bajo riesgo.

Conforme el aparato industrial se volvía más complejo, las técnicas se adaptaron y se volvieron más específicas. Por lo tanto, la ingeniería económica se convirtió en un conjunto de técnicas para tomar decisiones de índole económica en el ámbito industrial, considerando siempre el valor del dinero a través del tiempo.

En el nombre, la Ingeniería Económica lleva implícita su aplicación, es decir, en la industria productora de bienes y servicios. Los conceptos que se utilizan en el análisis financiero, como las inversiones en la bolsa de valores, son los mismos, aunque para este caso, también se han desarrollado técnicas analíticas especiales.

4.2.- ¿POR QUÉ SE TIENE QUE PAGAR POR EL USO DEL DINERO?

El dinero, como cualquier otro bien, tiene un valor intrínseco. Un hombre puede tener una casa o cambiarla por dinero en efectivo, o tener un auto o cambiarlo por dinero en efectivo. Si este hombre no es dueño de una casa y necesite utilizar una, deberá rentarla, es decir deberá pagar por ello.

En general, se puede decir que el uso de bienes ajenos con valor intrínseco implica necesariamente un pago por ese uso. Al contrario, si nadie utiliza esos bienes, su propietario no obtendrá ganancia alguna, por su inactividad.

4.3.- ¿POR QUÉ CAMBIA EL VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO?

Existe un fenómeno económico conocido como inflación, el cual consiste en la pérdida del poder adquisitivo del dinero con el paso del tiempo. Ningún país en el mundo está exento de la inflación, ya sea que tenga un valor bajo, de 2 a 5% anual en países desarrollados, o por arriba del 1000% anual como algunos países de América del Sur. Nadie puede escapar de ella. De la misma forma, nadie sabe con certeza por qué es necesaria la inflación o por qué se origina en cualquier economía. Lo único que se aprecia claramente es que en países con economías fuertes y estables, la inflación es muy baja, pero nunca es cero. El valor del dinero cambia con

el tiempo, debido principalmente a este fenómeno, de lo contrario, es decir, si no hubiera inflación el poder adquisitivo del dinero sería el mismo a través de los años, y la evaluación económica probablemente se limitaría a hacer suma y restas simples de las ganancias futuras.

Pero sucede lo opuesto. Es posible, mediante algunas técnicas, pronosticar cierto ingreso en el futuro. El fenómeno de la ilusión monetaria, se presenta en mayor o menor proporción en cualquier país que padezca de la inflación. Es aquí donde interviene la Ingeniería Económica; que intenta resolver el problema del cambio en el valor del dinero a través del tiempo. La solución que aporta, es calcular el valor equivalente del dinero en un solo instante de tiempo. Parece claro que en tanto se cuente con las técnicas analíticas adecuadas y se pueda comparar el poder adquisitivo real del dinero en determinados instantes de tiempo se estará capacitado para tomar mejores decisiones económicas. Esta es la ayuda que puede prestar la Ingeniería Económica a los administradores de negocios.

4.4.- INTERÉS SIMPLE Y COMPUESTO

El interés simple se calcula usando el capital solamente, ignorando cualquier interés que pueda haberse acumulado en períodos precedentes. El total del interés puede calcularse usando la relación:

$$\begin{aligned} \text{Interés} &= (\text{Capital})(\text{Número de períodos})(\text{Tasa de interés}) \\ &= P n i \end{aligned}$$

Cuando se calcula el interés compuesto, el interés de un período, es calculado sobre el principal más la cantidad acumulada de intereses ganados en períodos anteriores. Así, el cálculo de interés significa “ interés sobre interés ” (esto refleja el efecto del valor del dinero en el tiempo sobre el interés también).

4.5.- DIAGRAMAS DE FLUJO DE CAJA

Cada persona o compañía tiene ingresos de dinero (rentas) y pagos de dinero (costos) que ocurren particularmente cada lapso o tiempo dado, estos ingresos y pagos están dados en ciertos intervalos de tiempo y se denomina flujo de caja. Un flujo de caja positivo usualmente representa un ingreso y un flujo de caja negativo representa un pago o desembolso. En cualquier instante de tiempo, el flujo de caja podría representarse como:

$$\text{Flujo de caja neto} = \text{ingresos} - \text{desembolsos}$$

Un flujo de caja normalmente toma lugar en diferentes intervalos de tiempo dentro de un período de interés, un supuesto para simplificar es el que todos los flujos de caja ocurren al final de cada período de interés. Esto se conoce como convención *fin de período*. Así, cuando varios ingresos y desembolsos ocurren en un período dado, el flujo neto de caja se asume que ocurre al final de cada período de interés. Sin embargo, puede entenderse, que aún cuando las cantidades de dinero de F ó A son siempre consideradas que ocurren al final de cada período de interés. Esto significa que el fin de cada período es el 31 de Diciembre.

Un diagrama de flujo de caja es simplemente una representación gráfica de un flujo de caja en una escala de tiempo. El diagrama representa el planteamiento del problema y muestra que es lo dado y lo que debe encontrarse. Es decir que, después del diagrama de flujo de caja es dibujado, el observador está en capacidad de resolverlo mirando solamente el diagrama. La fecha 0 (cero) es considerada el presente y la fecha 1 es el final del período uno. La escala de tiempo de la figura 4.1 está basada en cinco años. En vista de que se asume que el flujo de caja ocurre solamente al final de cada año, solamente se debe considerar las fechas marcadas como 0, 1, 2,, 5.



FIGURA 4.1 ESCALA DE TIEMPO TÍPICA PARA FLUJOS DE CAJA

La dirección de las flechas en el flujo de caja es importante para la solución del problema. Sin embargo, en nuestro caso, una flecha hacia arriba indicará un flujo de caja positivo. Inversamente, una flecha hacia abajo, indica un flujo de caja negativo. El diagrama de la figura 4.2 ilustra un ingreso (renta) al final del primer período y un egreso al final del segundo período.

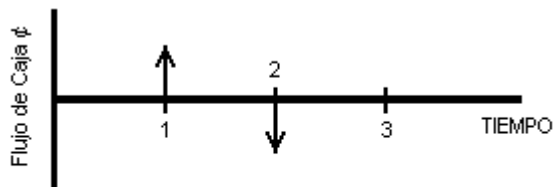


FIGURA 4.2 EJEMPLO DE FLUJO DE CAJA POSITIVO Y NEGATIVO

4.6.- FACTORES Y SU EMPLEO

4.6.1.- Pago único. (P) y (F)

Existen multitud de ocasiones en la vida cotidiana en que la forma de pago común es la aportación de una serie de cantidades iguales durante ciertos períodos.

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

$$F = P(1+i)^n$$

En donde:

P : Valor o suma de dinero en un tiempo denominado presente.

F : Valor o suma de dinero en algún tiempo futuro.

i : Tasa de interés por período, porcentaje por mes, porcentaje por año, etc.

n : Número de períodos; meses, años, etc.

Las expresiones anteriores permitirán determinar el valor presente P de una cantidad futura F , después de n años a una tasa de interés i y viceversa. El diagrama de flujo de caja para estas fórmulas se muestra en la figura 4.3.

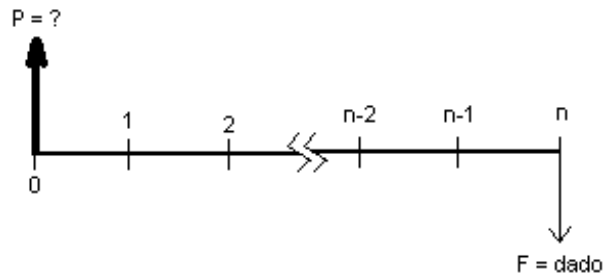


FIGURA 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE CAJA PARA ENCONTRAR P, DADO F

Es importante notar que las fórmulas anteriores son fórmulas para pago único; es decir, se utiliza para encontrar la cantidad presente o futura cuando está implicado solamente un pago o entrada.

4.6.2.- Factor de valor presente serie uniforme

El valor presente de la serie uniforme mostrada en la figura 4.4, se puede determinar considerando cada valor A como un valor futuro S y luego sumando los valores del valor presente. Existen multitud de ocasiones en la vida cotidiana en que la forma de pago común es la aportación de una serie de cantidades iguales durante ciertos períodos.

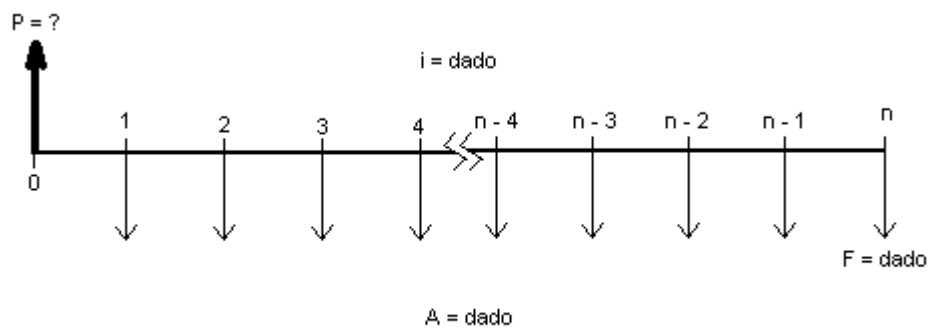


Figura 4.4. Diagrama usado para determinar el valor presente de una serie uniforme.

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

El término entre llaves se denomina *Factor de recuperación de capital*, permite obtener el costo anual uniforme equivalente A durante n años de una inversión dada P cuando la tasa de interés i .

4.6.3.- Factor de cantidad compuesta serie uniforme

En la vida cotidiana existen problemas en que se relaciona el futuro con una serie de pagos iguales, por tanto, es necesario contar con fórmulas que ayuden a la solución de estos problemas, la ecuación indicada a continuación permite encontrar un valor futuro a partir de una serie uniforme de pagos.

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

El término entre llaves se denomina *Factor cantidad compuesta serie uniforme* y cuando se multiplica por la cantidad anual uniforme dada A produce el valor futuro de la serie uniforme. El diagrama de flujo de caja para este caso se muestra en la figura 4.5.

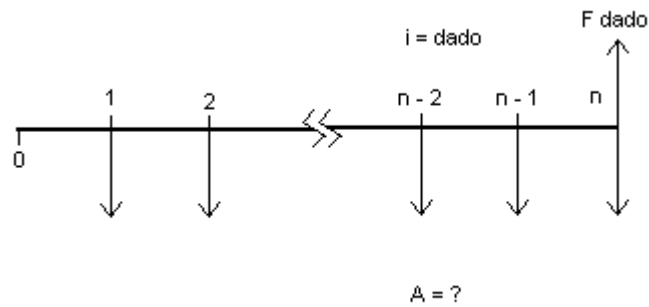


Figura 4.5 Transformación de un valor F dado, en una serie equivalente A.

4.7.- TASA DE INTERÉS NOMINAL Y EFECTIVA

La diferencia básica entre interés simple e interés compuesto es que el interés compuesto incluye el interés sobre el interés ganados en los períodos previos, mientras que el interés simple no. En esencia, las tasas de interés nominal y efectiva tienen la misma relación entre sí que el interés simple y el compuesto. La diferencia radica en que las tasas de interés nominal y efectiva se usan cuando el período de capitalización (o período de interés) es menor que un año. Así, cuando una tasa de interés se expresa sobre un período de tiempo menor que un año, tal como 1% mensual, los términos tasa de interés nominal y efectivo deben considerarse.

La tasa de interés nominal se define como la tasa de interés por período por el número de períodos. En forma de ecuación se tiene:

$$r = \text{tasa de interés por período} * \text{número de períodos}$$

En donde r es la tasa de interés nominal.

Una tasa de interés nominal puede encontrarse para un período más largo que el originalmente establecido. Por ejemplo, una tasa de interés del 1.5% mensual puede expresarse como el 4.5% nominal trimestral (esto es, 1.5% mensual por tres meses del trimestre).

La ecuación para obtener la tasa efectiva de interés a partir de una tasa nominal de interés puede generalizarse de la siguiente manera:

$$i = \left[\left(1 + \frac{r}{m} \right)^m - 1 \right]$$

Donde i = tasa de interés efectiva por período

r = tasa nominal de interés por período

m = número de períodos de capitalización

4.8.- TASA MINIMA ATRACTIVA DE RENDIMIENTO (TMAR)

Todo inversionista, ya sea persona física, gobierno, empresa o cualquier otro, tiene en mente antes de invertir beneficiarse por el desembolso que va a hacer.

Se parte del hecho de que todo inversionista deberá tener una tasa de referencia sobre la cual basarse para hacer sus inversiones. Tasa de referencia es la base de comparación y de cálculo en las evaluaciones económicas que haga. Si no se obtiene cuando menos esa tasa de rendimiento, se rechazará la inversión.

El problema es como se determinará esa tasa. Todo inversionista espera que su dinero crezca en términos reales. Como en todos los países hay inflación aunque su valor sea pequeño, crecer en términos reales significa ganar un rendimiento superior a la inflación, ya que si se gana un rendimiento igual a la inflación el dinero no crece si no que mantiene su poder adquisitivo. Es esta la razón por la cual no debe tomarse como referencia la tasa de rendimiento que ofrecen los bancos, pues es bien sabido que la tasa bancaria de rendimiento es menor que la inflación. Si los bancos ofrecieran una tasa igual o mayor a la inflación implicaría que, o no ganan nada o que transfieren sus ganancias al ahorrador, haciéndolo rico y descapitalizando al propio banco, lo cual nunca va a suceder. Por tanto, la TMAR se puede definir como:

$$TMAR = \text{tasa de inflación} + \text{premio al riesgo}$$

El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento del dinero y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio es por arriesgar, significa que a mayor riesgo se merece mayor ganancia.

La determinación de la inflación está fuera del alcance de cualquier analista o inversionista y lo más que puede hacer es pronosticar un valor, que en el mejor de los casos se acercará un poco a lo que sucederá en la realidad. Lo que sí puede establecer cuando haga una evaluación económica es el premio al riesgo.

Para calcular el premio al riesgo se puede tomar como referencia las dos situaciones siguientes:

- a) Si se desea invertir en empresas productoras de bienes o servicios, deberá hacerse un estudio de mercado de esos productos. Si la demanda es estable, es decir, se tiene pocas fluctuaciones a lo largo del tiempo y crece con el paso de los años aunque sea en pequeña proporción y no hay una competencia muy fuerte de otros productores, se puede afirmar que el riesgo de la inversión es relativamente bajo y el valor del premio al riesgo puede fluctuar del 3 al 5%. Luego de esta situación de bajo riesgo vienen una serie de situaciones de riesgo intermedio, hasta llegar a una situación de mercado de alto riesgo, con condiciones opuestas a la de bajo riesgo, pero caracterizadas principalmente por fuerte fluctuaciones de la demanda. En estos casos, el premio al riesgo siempre está arriba de un 12% sin un límite superior definido.
- b) La segunda referencia es analizar las tasas de rendimiento por sectores en la bolsa de valores.

4.9.- VALOR PRESENTE NETO (VPN)

El valor presente simplemente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. En términos formales devaluación económica, cuando se trasladan cantidades del presente al futuro, se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VPN, se dice que se utiliza una tasa de descuento, debido a lo cual a los flujos de efectivos ya trasladados al presente se les llama flujos descontados.

Matemáticamente el VPN se expresa de la siguiente forma:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde: FNE_n = flujo neto de efectivo del año n , que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año n .

P = inversión inicial en el año cero.

i = tasa de referencia que corresponde a la TMAR.

El valor presente neto recibe este nombre y no simplemente valor presente porque a la suma de los flujos descontados se le resta la inversión inicial (lo que es igual a restarle a todas las ganancias futuras), la inversión que les dio origen, todo esto a su valor equivalente en un solo instante en el tiempo que es el presente. Es decir, el VPN es la ganancia (o pérdida) en términos del valor del dinero en este momento (tiempo presente), después de haber recuperado la inversión inicial a una tasa igual a la TMAR. Por tanto, si el VPN es positivo significará que habrá ganancia más allá de haber recuperado el dinero invertido y deberá aceptarse la inversión.

Si el VPN es negativo, significará que las ganancias no son suficientes para recuperar el dinero invertido, si este es el resultado deberá rechazarse la inversión.

Si el VPN es igual a cero, significará que sólo se ha recuperado la TMAR y por tanto deberá aceptarse la inversión. Resumiendo:

Si $VPN \geq 0$ acéptese la inversión

Si $VPN < 0$ rechácese la inversión

4.10.- TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

Dos definiciones de TIR son:

- a) TIR es la tasa de descuento que hace el $VPN = 0$
- b) TIR es la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial.

La expresión matemática para las definiciones anteriores es:

Definición 1:

$$VPN = 0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Definición 2:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

En ambas fórmulas se conoce la P y todas las FNE , por lo que la única incógnita es la “ i ” o tasa interna de rendimiento, que se calcula usualmente por tanteos.

Otra definición de la TIR : Es la i que hace que el valor futuro de la inversión sea igual a la suma de los valores futuros de los flujos de efectivo en el año n .

Los criterios de selección cuando se utiliza la TIR como método de análisis son:

Si se mantiene una $TMAR = 20\%$ como en el cálculo del VPN entonces:

Si $TIR \geq TMAR$, acéptese la inversión

$TIR < TMAR$, rechácese la inversión.

Una inversión debe ser aceptada cuándo su $VPN = 0$, ya que indica que, a priori, no existe ninguna ganancia o crecimiento real en la riqueza del inversionista. Cuando el $VPN = 0$, la TIR es aproximadamente igual a la $TMAR$, lo que significa que la inversión se recuperara sin ganancia adicional, exactamente a una tasa que el inversionista fijó previamente como la mínima aceptable. Esto quiere decir que, si al menos ganara esa tasa (la $TMAR$), aceptaría invertir, y eso es exactamente lo que gana cuando el VPN se hace cero, por tanto, los criterios de aceptación de una inversión cuando $VPN = 0$ y $TIR = TMAR$ son correctos.

4.11.- CONVERSIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES PARA AHORRAR ENERGIA.

La conversión se debe hacer con el propósito de ahorrar energía, sin mayores costos de inversión y sin desmejorar la instalación existente, sobre todo, se debe cuidar que esta conversión no se haga a costa o en detrimento del nivel lumínico.

La conversión de una instalación implica que se conserve buena parte de la infraestructura existente. Y que se reemplacen ciertos elementos con los cuales se pueda obtener una mayor eficiencia en el sistema resultando en un consumo más bajo de energía.

Desde luego, no toda instalación se presta para una conversión. Un requisito especial es que la instalación existente no sea obsoleta y que no tenga defectos de diseño.

Así que, cuando una instalación de alumbrado ha agotado su vida funcional y económica, se debería contemplar la posibilidad de una conversión o de ser necesario un reemplazo total de los equipos por otros más eficientes. El ahorro de energía y menores costos de operación pagan por sí mismos el costo de esta conversión o reemplazo.

Como definición del término *conversión para ahorrar energía*, se puede decir que es: la conversión de un sistema de iluminación a otro más eficaz y de menor consumo con el cambio de ciertos elementos (como lámparas, balastos, equipo eléctrico, sistemas ópticos, etc.), sin necesidad de cambiar el sistema total.

4.12.- CALCULO DE COSTOS PARA LA CONVERSIÓN DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

Para el cálculo de los costos de conversión de alumbrado hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

4.12.1.- Costos de Operación.

El costo de la energía se calcula según la tarifa vigente, además se calcula el costo de mantenimiento y el costo del reemplazo de lámparas incluyendo la mano de obra.

Como promedio de tiempo de operación por año se puede considerar cuatro mil horas para alumbrado público. En alumbrado interior el tiempo promedio de operación se estima aproximadamente en 2.5 horas por día (industria, tiendas, comercios, etc.), pero para el caso de la Ciudadela Don Bosco se considerará tres horas por día. El tiempo de duración de una lámpara se calcula en base a la vida útil y no a la vida máxima.

4.12.2.- Costos de Conversión.

Son los costos del equipo, materiales y mano de obra necesarios para efectuar esta conversión.

4.12.3.- Ahorro en Costos de Operación.

Se considera como tal, el ahorro de energía, lámparas y costos de mantenimiento y como porcentaje de los costos originales de operación calculados por la misma tarifa de los kWh.

4.12.4.- *Período de Amortización.*

Se calcula como los costos de conversión divididos por el ahorro anual en los costos de operación.

4.12.5.- *Fórmula de cálculo de costo para instalaciones de alumbrado interior.*

- *Costos de Operación.*

$$CO = NL * \frac{(CE * HE * TE * RG) + \left[LL * PL * \left(1 + \frac{(MF * RI)}{100} \right) \right] + CM}{RG}$$

donde

CO = Costos de operación.

NL = Número de luminarias.

CE = Consumo de energía por luminaria incluyendo balastro (W).

HE = Horas de encendido por año.

TE = Tarifa de electricidad por kWh.

RG = Período de reemplazo de lámparas en grupo (en años).

LL = Número de lámparas por luminaria.

PL = Precio de lámpara.

MF = Máximo de fallas permisibles en porcentaje del total de las lámparas instaladas.

RI = Reemplazo individual (porcentaje)

CM = Costos de mantenimiento por luminaria (mano de obra).

- *Costos de Conversión.*

$$CC = NL * (PL + CI)$$

donde:

CC = Costo de conversión.

NL = Número de luminarias.

PL = Precio de luminarias.

CI = Costo de instalación por luminaria con equipo eléctrico.

4.12.6.- Fórmula de cálculo de costo para instalaciones de alumbrado exterior.

- *Costos de Operación.*

$$CO = (HE * CE * TE) + NL \left[\frac{HE}{RG} (PL + MO) + \frac{RI}{100} (PL + CR) \right] + MP$$

donde:

CO = Costos de operación.

NL = Número de luminarias o por km.

CW = Consumo de energía en Watts de las lámparas más equipo eléctrico, para la instalación total o por km.

HE = Horas de encendido por año.

TE = Tarifa de electricidad por kWh o por km.

RG = Período de reemplazo de lámparas en grupo (en años).

MO = Costo de mano de obra para reemplazo en grupo por cada lámpara.

PL = Precio de lámpara.

RI = Reemplazo individual en porcentaje del total (2%, sugerido).

CR = Costos de reemplazo individual por lámpara (mano de obra).

MP = Mantenimiento de postería de la instalación total o por km.

- *Costos de Conversión.*

$$CC = CL + CE + LM + MO$$

donde:

CC = Costo de conversión.

LM = Costos de luminarias para la instalación total o por km.

CE = Costo del equipo eléctrico para la instalación total o por km.

CL = Costo de lámparas para la instalación total o por km.

MO = Costo de mano de obra para la instalación de lámparas, luminarias, y equipo eléctrico para la instalación total o por km.

NOTA: Instalación total en caso de alumbrado deportivo y/o por reflector; por km en caso de alumbrado de calles.

4.12.7.- Período de conversión (para alumbrado exterior e interior).

$$PA = \frac{CC}{CO_{exist} - CO_{conv}}$$

donde:

PA = Período de conversión en años.

CC = Costo de conversión.

CO_{exist} = Costo de operación para la instalación existente.

CO_{conv} = Costo de operación después de la conversión.

4.13.- CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la realización del análisis económico se tomaron las siguientes consideraciones:

- ✓ Tasa de interés activa : 18 %.
- ✓ Tasa de interés pasiva : 4 %.
- ✓ Para el análisis solamente se consideraron los edificios en donde se tiene mayores oportunidades de ahorro de energía.
- ✓ Solamente se consideró iluminación interior.
- ✓ Para la conversión de las luminarias solamente se considera cambio de tubos y balastos.
- ✓ Los precios de las luminarias y los accesorios, son los proporcionados por el fabricante (LUMINARIAS FUTURA). Dichos precios incluyen IVA.
- ✓ Se consideró que la actual distribución de las luminarias en los locales es la adecuada.
- ✓ Para el análisis no se ha considerado la utilización de las luminarias fuera de los periodos indicados en éste.
- ✓ Se consideraron periodos adecuados para lograr la recuperación total de la inversión.
- ✓ Puesto que Ciudadela Don Bosco Trabaja en base a donaciones, se considera atractiva una tasa promedio anual del 4% para cuentas corrientes; no se consideran los porcentajes para cuentas aplazo fijo, por hay que esperar la finalización del contrato para ingresar una nueva cantidad de dinero.
- ✓ Sé supondrá que el ahorro obtenido por la disminución del consumo de energía, se estará depositando mensualmente en una cuenta de ahorro corriente.

**4.14.- RESUMEN TARIFARIO DEL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL
1° DE ENERO DE 1998 AL 9 DE OCTUBRE DEL 2000.**

Período de Tarifa	Energía (kwh)			Uso de la red (kw/mes)	Atención al Cliente
	Punta	Valle	Resto		
1/Enero-31/Diciembre de 1998	0.834	0.193	0.648	33.8	9.68
1/Enero-9/Julio de 1999	0.56	0.479	0.537	35.06	9.83
10/Julio-31/Diciembre de 1999	0.648	0.569	0.619	35.06	9.83
1/Enero-5/Abril de 2000	0.642	0.4789	0.5682	35.36	13.82
6/Abril-6/Julio de 2000	1.0548	0.5818	0.8558	35.36	13.82
7/Julio-9/Agosto de 2000	1.0548	0.5818	0.8558	35.36	13.82
10/Agosto-9/Septiembre de 2000	0.879	0.3781	0.5052	35.36	13.82
10/Septiembre-9/Octubre de 2000	0.6547	0.4076	0.59	35.36	13.82
Tarifa Promedio	0.791	0.459	0.647	35.090	12.305
Tarifa Mínima	0.56	0.193	0.5052	33.8	9.68
Tarifa Máxima	1.0548	0.5818	0.8558	35.36	13.82

A continuación se presenta una tabla del gasto en que se incurre al hacer un uso inadecuado de los equipos y por ende de la energía en el periodo de una hora.

CUANTIFICACIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA POR CAMBIO DE HÁBITOS

EQUIPO	CONSUMO PROMEDIO EN KW	TIEMPO (h)	DIAS	VALOR PROMEDIO DE LA ENERGÍA (¢ / KWH)	TOTAL (¢ / MES)
cafetera	1	1	22	0.632	13.90
computadora	0.08	1	22	0.632	1.11
oasis	0.746	1	22	0.632	10.37
ventilador	0.12	1	22	0.632	1.67
A.A	1.31	1	22	0.632	18.21

La tabla anterior muestra el gasto mensual que le representa a Ciudadela Don Bosco el mantener funcionando estos equipos eléctricos por una hora; gasto que se ahorraría si los usuarios de Ciudadela hicieran un uso racional de la energía eléctrica, por lo que al implantar programas de educación para el buen uso de la energía se estaría logrando un ahorro considerable en CDB.

A continuación se presentan las tablas resumen de los resultados obtenidos para el cambio y la conversión de las luminarias:

ESCENARIO PESIMISTA

TABLA RESUMEN

Tasa de interés activa : 18 %

Tasa de interés pasiva : 4 %

Local	Inversión en compra de luminarias (¢)	Inversión en conversión de luminarias (¢)	Ahorro en consumo de energía (¢)	Gasto en energía con luminarias actuales (¢)	Gasto en energía con luminarias de ahorro
Centro de Computo del CITT	13668.48	12920.96	385.46	893.14	507.68
Administración UDB	54957.24	26575.74	1046.71	2288.68	1241.97
Aula Estándar A UDB	55923.39	53895.68	410.00	903.33	493.34
Aula Estándar B UDB	60621.93	58337.26	442.25	978.06	535.82
Aula Estándar C UDB	62920.35	60587.46	456.62	1012.03	555.41
Biblioteca UDB	44153.06	42669.66	858.17	1944.22	1086.05
Magna y usos Múltiples UDB	53885.94	48551.86	801.10	1616.12	815.02
Administración CFP	13372.84	13572.54	238.37	438.92	200.54
Taller Costura Industrial CFP	17236.70	16673.86	212.31	473.47	261.17
TOTAL	376739.93	333785.02	4850.99	10547.98	5696.99

ANALISIS ECONOMICO PARA LA SUSTITUCION DE LAS LUMINARIAS

VALOR FUTURO DEL CAPITAL INICIAL A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

Periodo de analisis 48

$$F = A^*(((1+i)^n-1) / i)$$

P = 376739.93 colones
A = 7848.75 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **407817.84** colones al final de los 48 meses

VALOR FUTURO DEL AHORRO DE ENERGÍA A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A^*(((1+i)^n-1) / i)$$

A = 4850.99 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **252055.28** colones al final de los 48 meses

PERIODO DE RECUPERACIÓN : 4 AÑOS

ANALISIS ECONOMICO PARA LA CONVERSION DE LAS LUMINARIAS

VALOR FUTURO DEL CAPITAL INICIAL A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A^*(((1+i)^n-1) / i)$$

P = 333785.02 colones
A = 6953.85 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **361319.51** colones al final de los 48 meses

VALOR FUTURO DEL AHORRO DE ENERGÍA A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A^*(((1+i)^n-1) / i)$$

A = 4850.99 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **252055.28** colones al final de los 48 meses

ESCENARIO PROBABLE

TABLA RESUMEN

Tasa de interés activa : 18 %

Tasa de interés pasiva : 4 %

Local	Inversión en compra de luminarias (€)	Inversión en conversión de luminarias (€)	Ahorro en consumo de energía (€)	Gasto en energía con luminarias actuales (€)	Gasto en energía con luminarias de ahorro
Centro de Computo del CITT	13668.48	12920.96	502.18	1163.58	661.40
Administración UDB	54957.24	26575.74	1340.50	2931.07	1590.56
Aula Estándar A UDB	55923.39	53895.68	562.32	1238.95	676.63
Aula Estándar B UDB	60621.93	58337.26	606.55	1341.43	734.88
Aula Estándar C UDB	62920.35	60587.46	626.26	1388.02	761.76
Biblioteca UDB	44153.06	42669.66	1112.81	2521.12	1408.31
Magna y usos Múltiples UDB	53885.94	48551.86	601.44	1213.32	611.88
Administración CFP	13372.84	13572.54	305.28	562.11	256.83
Taller Costura Industrial CFP	17236.70	16673.86	271.90	606.37	334.47
TOTAL	376739.93	333785.02	5929.23	12965.96	7036.73

ANALISIS ECONOMICO PARA LA SUSTITUCION DE LAS LUMINARIAS

VALOR FUTURO DEL CAPITAL INICIAL A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

Periodo de analisis 48

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

P = 376739.93 colones
 A = 7848.75 colones mensuales
 i = 0.003 mensual
 n = 48 meses
 F = 407817.84 colones al final de los 48 meses

VALOR FUTURO DEL AHORRO DE ENERGÍA A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

A = 5929.23 colones mensuales
 i = 0.003 mensual
 n = 48 meses
 F = 308080.53 colones al final de los 48 meses

PERIODO DE RECUPERACIÓN : 4 AÑOS

ANALISIS ECONOMICO PARA LA CONVERSION DE LAS LUMINARIAS

VALOR FUTURO DEL CAPITAL INICIAL A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

P = 333785.02 colones
 A = 6953.85 colones mensuales
 i = 0.003 mensual
 n = 48 meses
 F = 361319.51 colones al final de los 48 meses

VALOR FUTURO DEL AHORRO DE ENERGÍA A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

A = 5929.23 colones mensuales
 i = 0.003 mensual
 n = 48 meses
 F = 308080.53 colones al final de los 48 meses

ESCENARIO OPTIMISTA

TABLA RESUMEN

Tasa de interés activa : 18 %

Tasa de interés pasiva : 4 %

Local	Inversión en compra de luminarias (¢)	Inversión en conversión de luminarias (¢)	Ahorro en consumo de energía (¢)	Gasto en energía con luminarias actuales (¢)	Gasto en energía con luminarias de ahorro energético (¢)
Centro de Computo del CITT	13668.48	12920.96	665.22	1541.37	876.15
Administración UDB	54957.24	26575.74	1773.11	3876.98	2103.87
Aula Estándar A UDB	55923.39	53895.68	748.09	1648.26	900.16
Aula Estándar B UDB	60621.93	58337.26	806.94	1784.61	977.67
Aula Estándar C UDB	62920.35	60587.46	833.16	1846.58	1013.42
Biblioteca UDB	44153.06	42669.66	1473.53	3338.34	1864.81
Magna y usos Múltiples UDB	53885.94	48551.86	801.10	1616.12	815.02
Administración CFP	13372.84	13572.54	403.80	743.52	339.72
Taller Costura Industrial CFP	17236.70	16673.86	359.64	802.06	442.41
TOTAL	376739.93	333785.02	7864.60	17197.83	9333.23

ANÁLISIS ECONOMICO PARA LA SUSTITUCION DE LAS LUMINARIAS

VALOR FUTURO DEL CAPITAL INICIAL A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

Periodo de analisis 48

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

P = 376739.93 colones
A = 7848.75 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **407817.84** colones al final de los 48 meses

VALOR FUTURO DEL AHORRO DE ENERGÍA A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

A = 7864.60 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **408641.46** colones al final de los 48 meses

PERIODO DE RECUPERACIÓN : 4 AÑOS

ANÁLISIS ECONOMICO PARA LA CONVERSION DE LAS LUMINARIAS

VALOR FUTURO DEL CAPITAL INICIAL A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

P = 333785.02 colones
A = 6953.85 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **361319.51** colones al final de los 48 meses

VALOR FUTURO DEL AHORRO DE ENERGÍA A UNA TASA DE INTERES BANCARIA (4 %)

$$F = A * [((1+i)^n - 1) / i]$$

A = 7864.60 colones mensuales
i = 0.003 mensual
n = 48 meses
F = **408641.46** colones al final de los 48 meses

4.15.- RECOMENDACIONES

Recomendaciones que le representan a CDB cero inversión.

- ❑ Desarrollo de programas educativos dirigidos al buen uso de la energía eléctrica.
- ❑ Educar al operario para que apague la máquina-herramienta cuando no la este utilizando.
- ❑ Empleo de la iluminación focalizada, propia de la máquina-herramienta; en lugar del empleo de la iluminación fluorescente de los talleres.
- ❑ Que el personal colabore a no abrir constantemente puertas y/o ventanas.
- ❑ Ajustar el control de temperatura a 25 °C.
- ❑ Creación de un microclima en los alrededores de las instalaciones con aire acondicionado, mediante la siembra de árboles de sombra, lo cual podrá ser implementado por los mismos estudiantes de CDB, como un servicio social.
- ❑ Asignar a una o a un grupo de personas para que enciendan el equipo de aire acondicionado de 5 a 10 minutos antes de que entre el personal.
- ❑ Concientización del personal para que apague el equipo de aire acondicionado al terminar la jornada laboral.
- ❑ En el caso de los centros de computo, las computadoras deben ser apagadas durante los periodos de tiempo en los cuales no son utilizadas para evitar el consumo innecesario de energía eléctrica, y a su vez reducir la carga térmica del equipo de aire acondicionado.
- ❑ Retirar de los locales con aire acondicionado cafeteras, fotocopiadoras u otros equipos que constituyan fuentes de calor.
- ❑ Aprovechamiento al máximo de la luz natural.
- ❑ Concientización de la comunidad de CDB para hacer un uso racional del sistema de iluminación.

Recomendaciones que le representan a CDB un proyecto de mediana inversión

- ❑ Separación de circuitos por máquina en los talleres de mecánica de precisión.
- ❑ Diseñar y llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo de los equipos, para que su rendimiento de operación sea próximo a su rendimiento nominal, es decir, se logre una alta eficiencia.
- ❑ Sellado de rendijas para evitar la fuga de aire.
- ❑ Instalar vidrio reflejante o laminas plásticas reflejantes en las ventanas para disminuir la ganancia de calor por radiación solar.
- ❑ Colocar persianas o cortinas en las ventanas.
- ❑ Instalar toldos para sol en las ventanas.
- ❑ Instalación de sombra para los equipos de aire acondicionado.
- ❑ Separación de los circuitos de iluminación; en el caso de la Biblioteca UDB, poner circuitos de ventilación y de iluminación de forma independiente; y para el edificio de Aulas Estándar A UDB, establecer circuitos independientes de iluminación para cada salón.
- ❑ Limpieza de las luminarias por lo menos una vez cada seis meses.
- ❑ Cambio de tubos dañados en las luminarias.
- ❑ Instalación de circuitos independientes en oficinas, salones de cubículos y centros de cómputo.
- ❑ Instalaciones de tragaluces donde sea posible hacerlo.

Recomendaciones que le representan a CDB un proyecto de una gran inversión:

- ❑ Sustitución o reconversión de luminarias con balastos convencionales por luminarias de ahorro energético de balastro electrónico, con el objetivo de reducir tanto la carga térmica de los equipos de aire acondicionado como el consumo de energía eléctrica de las luminarias.

Otras recomendaciones:

- Instalación de termostatos electrónicos.
- Empleo de controles inteligentes para iluminación, por medio del empleo de relojes y/o sensores de movimiento.
- Sustitución de reflectores por lámparas halógenas, ya que una lámpara halógena de 50 ó 90 W puede reemplazar un reflector que consuma el doble, proporcionando suficiente luz.

4.16.- CONCLUSIONES

1. En base al censo de carga realizado, se determinó que los rubros que son cargas críticas para Ciudadela son: iluminación, aire acondicionado, talleres y computadoras. Por lo tanto, serán éstos donde se propondrán oportunidades de ahorro energético.
2. Se determinó, por medio de las entrevistas y observaciones hechas, que en Ciudadela no se tiene conciencia de la importancia de hacer un buen uso de la energía eléctrica.
3. Acorde al historial llevado por la compañía distribuidora, se puede observar que el factor de potencia promedio de la Ciudadela se encuentra arriba del límite inferior establecido por la SIGET; por consiguiente, no se requerirá de un análisis técnico-económico que involucre a toda CDB para la corrección de su factor de potencia.
4. De acuerdo al estudio realizado en CDB, existen muchas oportunidades de ahorro de energía, muchas de las cuales no requieren ningún tipo de inversión económica por parte de la institución y solamente requieren un cambio de actitud en el personal.
5. De acuerdo al análisis económico realizado se recomienda hacer cambio de luminarias o conversión de las mismas en los edificios involucrados en el análisis por ser estos los que presentan un periodo mas corto de recuperación de la inversión.
6. Dentro del análisis se determinó que la alternativa con la cual se logran montos de recuperación de capital mas elevados es la conversión de las luminarias.

7. Los periodos de recuperación de capital mas cortos se presentan en aquellos edificios donde se utiliza por mas tiempo la iluminación, como es el caso del edificio de la administración de UDB, ya que al cambiar o reconvertir las luminarias existentes, se paga menos dinero por la energía que con las luminarias convencionales, siempre y cuando dicha comparación se realice en intervalos iguales de tiempo.

8. Al implantarse el cambio o conversión de las luminarias en aquellos locales provistos de sistemas de aire acondicionado, se obtendría ahorro tanto en iluminación como en el acondicionamiento del local, puesto que se estaría introduciendo menor calor al local por efecto de la menor disipación de calor del equipo de iluminación.

9. No basta con sólo el empleo de equipo de ahorro energético en las instalaciones, para hacer un uso eficiente de la energía eléctrica; si no que también, se hace necesario un cambio de actitudes por parte del personal en contacto con el equipo para el uso racional del mismo.

BIBLIOGRAFIA

GUIA DE REALIZACION DE DIAGNOSTICOS DE CONSUMO DE ENERGIA
ELECTRICA, APLICABLE A LA PEQUÑA Y MEDIANA EMPRESA DE EN EL
SALVADOR

TESIS UES

BLADIMIR CASTRO MIRANDA

1995

MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO

CARRIER

MARCOMBO, BARCELONA 1996

MANUAL DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO

SEGUNDA EDICION, BOLUMEN 4

ARI

PRENTICE HALL, MEXICO 1994

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE
REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO Y SU READECUACION PARA EL
USO DE LOS REFRIGERANTES HCFC's Y HFC's

TESIS UDB

CARLOS ANTONIO CHEVEZ HIMEDE

1997

LUMINOTECNIA 'ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD'

SEPTIMA EDICION, BARCELONA

CEAC

1990

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y
REFRIGERACIÓN
ATPAE Y FIDE
MÉXICO AGOSTO DE 1996

MANUAL DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
ARI, SEGUNDA EDICIÓN
MÉXICO, PRENTICE HALL
1994

INTRODUCCION AL AHORRO DE ENERGIA EN ILUMNACION
ATPAE/FIDE/IES
MEXICO, AGOSTO DE 1994

FUNDAMENTOS DE INGENIERIA ECONOMICA
BACA URBINA GABRIEL
EDITORIAL McGRAW-HILL, 1994, 1ª EDICIÓN

INGENIERIA ECONOMICA
PAUL DEGARMO
EDITORIAL PRENTICE-HALL 10ª EDICIÓN

INGENIERIA ECONOMICA
LELAN BLANK
McGRAW-HILL, 4ª EDICIÓN