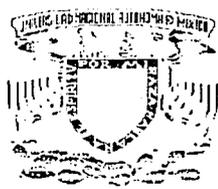


01126
15



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE REINGENIERÍA DE LA
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN
EDIFICIO DE OFICINAS:
UN CASO PRÁCTICO.

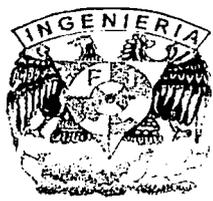
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

P R E S E N T A N:

EDGAR CORTÉS VIDAUR
JUAN N. GONZÁLEZ SÁNCHEZ
RAMÓN HERNÁNDEZ ESCALANTE
ESTEBAN VALENCIA LEÓN

DIRECTOR DE TESIS
ING. FRANCISCO RODRÍGUEZ RAMÍREZ



CIUDAD UNIVERSITARIA

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A mi familia por el apoyo que siempre me han brindado y sin el cual no hubiera sido posible esto.

A mis profesores por transmitirme sus conocimientos.

A la UNAM por la oportunidad inigualable de preparación que me brindo.

A Dios por la gracia de la vida

CONTENIDO

Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Objetivo.....	4

Capítulo 1

ESTIMACIÓN DE LA CARGA EN EL ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

1.1 Estimación de carga por concepto de iluminación	5
1.2 Estimación de carga por concepto de aire acondicionado.....	6
1.3 Estimación de carga por concepto de elevadores	8
1.4 Análisis de costos en mantenimiento y consumo de energía eléctrica en el estado actual.....	10

Capítulo 2

ILUMINACIÓN

2.1 Ahorro de energía en iluminación	21
2.2 Fundamentos de iluminación	24
2.3 Sistemas de iluminación y métodos de alumbrado	33
2.4 Elementos del sistema de iluminación	36
2.5 Procedimiento a seguir para realizar un diagnóstico energético en el sistema de iluminación	63

Capítulo 3

ELEVADORES

3.1 Modernización y ahorro de energía en elevadores	67
3.2 Técnicas de control de elevadores y motores de alta eficiencia	68
3.3 Características técnicas de elevadores modernos.....	98

9

Capítulo 4

AIRE ACONDICIONADO

4.1 Historia del aire acondicionado	103
4.2 Sistema de aire acondicionado	105

Capítulo 5

PROPUESTA DE MODERNIZACIÓN

5.1 Análisis de costos para la implantación de la propuesta.....	113
5.2 Análisis de costos por consumo de energía después de implantado el nuevo sistema.....	118
5.3 Análisis de costos por mantenimiento.....	118
5.4 Amortización de la inversión	119
5.5 Estimación de la carga a partir de la propuesta	120
5.6 Cotizaciones de equipos propuestos	121

NORMALIZACIÓN	147
---------------------	-----

CONCLUSIONES.....	185
-------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	186
-------------------	-----

PLANOS

D

Introducción

La energía eléctrica es un satisfactor indispensable para el bienestar de la sociedad en su conjunto y un insumo fundamental del proceso productivo, por esta razón en la actualidad, una de las prioridades de la política energética de la mayoría de las naciones del mundo es lograr el más alto grado de eficiencia posible en su consumo de energía, acción que alivia en buena medida las presiones y los riesgos tanto de tipo económico como ecológico. Respecto a las primeras, el ahorro de energía permite, por ejemplo, desacelerar la demanda del consumo eléctrico, con lo cual se desahoga la urgencia presupuestaria de destinar crecientes recursos para construir más plantas generadoras, monto que podría destinarse a cubrir otras necesidades sociales más urgentes. En cuanto a los riesgos de tipo ecológico, el uso racional de la energía evita que se quemem innecesariamente combustibles, cuyas emanaciones impactan negativamente sobre el medio ambiente.

El enorme consumo de energía eléctrica en inmuebles representa una importante área de estudio para el ahorro de energía. La ausencia durante muchos años de normalización sobre eficiencia energética, la falta de observancia de las normas y recomendaciones vigentes, el continuo crecimiento de carga en instalaciones existentes y la falta de mantenimiento adecuado son algunas de las causas del uso ineficiente de la energía eléctrica en inmuebles. Aunque los problemas y por tanto las soluciones son particulares para cada inmueble, algunos de los primeros se repiten frecuentemente.

En México el órgano rector en materia de eficiencia energética es, desde 1989, la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), por delegación de facultades de la Secretaría de Energía. A partir de 1996, la CONAE desarrolló un programa de alcance nacional, cuyo objeto fue detectar potenciales de ahorro de energía en inmuebles del sector público e instrumentar medidas para aprovecharlos.

El programa que desarrolló la CONAE en 1996 se denominó "Cien Edificios Públicos". Su objetivo: establecer las bases y los mecanismos que permitan la realización de un programa masivo de eficiencia energética en edificios públicos, a fin de fomentar el ahorro por concepto de energía eléctrica.

Así, el programa Cien Edificios Públicos se orientó fundamentalmente a aplicar diagnósticos profundos en los consumos que, por concepto de iluminación, registraban los edificios estudiados, incorporando en sus acciones a los propios operadores de los inmuebles. Asimismo, permitió afinar metodologías, herramientas y bases de datos utilizables en programas de mayor alcance, además de permitir identificar las barreras más importantes al desarrollo de este tipo de proyectos en inmuebles operados por el sector público.

Las actividades mencionadas han permitido que actualmente la CONAE tenga los elementos, la experiencia y la capacidad para diseñar y operar un programa de carácter obligatorio de mayor alcance en inmuebles como, lo es el "Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal (APF)". Este programa se inscribe y responde a las directrices de la APF, en cuanto a la búsqueda permanente de medidas que redunden en una administración eficiente y eficaz de sus recursos, bajo criterios de racionalidad y en apego a la disponibilidad presupuestal, procurando la rentabilidad social del gasto público. Asimismo, concreta y proyecta la voluntad

gubernamental de ser un actor dinámico y precursor de sus planteamientos de gestión, tanto en lo general, como en lo particular (campo energético).

De acuerdo a lo previamente mencionado el presente trabajo de tesis está orientado a la reinstalación eléctrica para un edificio de oficinas con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica que se tiene actualmente por concepto de iluminación, aire acondicionado y elevadores, tomando en cuenta las recomendaciones hechas por la CONAE así como aplicando la normalización correspondiente, buscando con esto lograr el uso eficiente de la energía eléctrica, que finalmente podría traducirse en un beneficio económico y ecológico.

Planteamiento del problema:

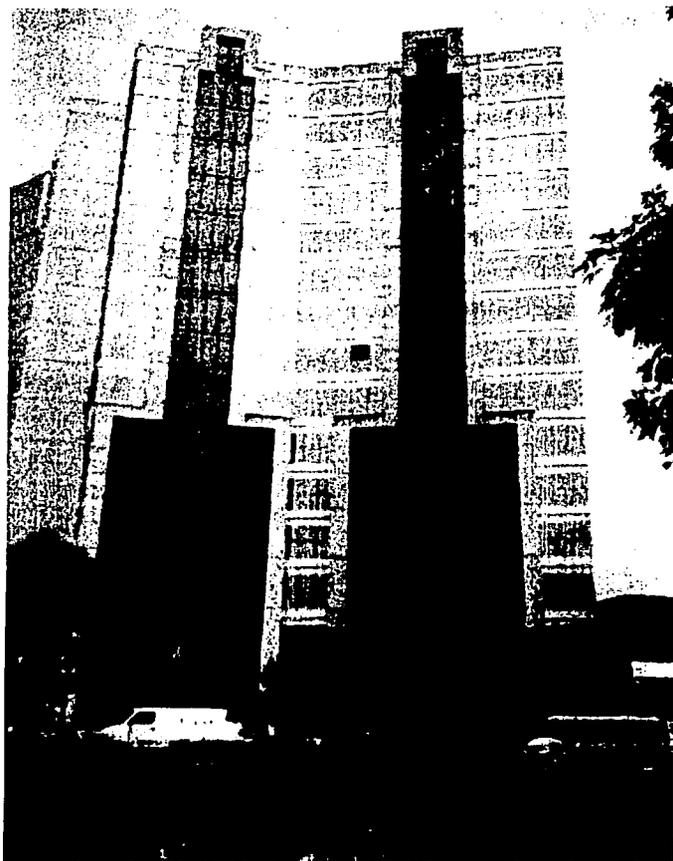
El caso que se aborda en el presente trabajo de tesis es un edificio de oficinas en el que se labora desde las 8:00 hasta las 20:00 horas de lunes a viernes y de 8:00 a 14:00 horas los sábados.

La situación actual es como se describe a continuación:

Las lámparas de las oficinas están encendidas prácticamente todo el día, aún cuando la oficina esté desocupada parcialmente, ya sea por salidas momentáneas del personal que labora en éstas, y que éstas pueden extenderse por varias horas, con referencia a las áreas comunes, las lámparas permanecen encendidas todo el día y parte de la noche, ya que el personal de vigilancia no pone atención a ello. Adicional a esto, se detecto que en general el equipo de iluminación es de alto consumo de energía eléctrica y poca vida útil.

Los elevadores son de tecnología caduca, generando continuas fallas, lo que provoca un alto costo de mantenimiento; también se detectaron altos consumos eléctricos. Además, de no responder de manera eficiente a las necesidades de los usuarios.

El sistema de aire acondicionado, es completamente obsoleto, con más de 20 años de antigüedad, de muy baja eficiencia y alto consumo eléctrico, con refrigerante ya discontinuado, con fallas constantes y por lo tanto un elevado costo de mantenimiento.



VISTA EXTERIOR DEL EDIFICIO EN ESTUDIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Objetivo:

Desarrollar y evaluar tanto desde el punto de vista económico como de factibilidad, una propuesta de modernización y rediseño de la instalación eléctrica de un edificio de oficinas de 2 alas y 15 plantas. Como parte del objetivo, se hará un estudio y diagnóstico del estado actual de la instalación y los tres rubros a considerar son :

- Iluminación
- Aire acondicionado
- Elevadores

Como estrategia para alcanzar este objetivo se llevará a cabo una serie de levantamientos en sitio para determinar el estado actual del inmueble y con base en la normalización eléctrica actual y la aplicación de algunas estrategias, se pretenderá usar adecuadamente la energía eléctrica. Con base en los resultados se hará una propuesta de modernización y un análisis de costos de la propuesta.

100 2107
RECIBO AL ALIAS

Capítulo 1

ESTIMACIÓN DE LA CARGA EN EL ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

El edificio en estudio es para oficinas y cuenta con dos bloques o torres unidos por un vestíbulo, comprendiendo 13 niveles, un mezanine y la planta baja (PB). Así como 5 niveles de sótanos o estacionamientos.

La carga eléctrica de este edificio se debe en general a los siguientes conceptos:

- a.- iluminación
- b.- salidas de contactos para cómputo (contactos regulados)
 - b 1.- contactos regulados en general
 - b 2.- contactos regulados soportados por planta de emergencia
- c.- salidas de contactos para servicios generales (contactos normales)
- d.- aire acondicionado
- e.- elevadores
- f.- servicios generales

Siendo éste un edificio construido hace más de 20 años, cuenta con sistemas de iluminación, aire acondicionado y de elevadores ya obsoletos y de alto consumo de energía eléctrica, por lo que en este estudio propondremos una renovación en estos rubros, la modernización de contactos normales y regulados no representa un ahorro de energía eléctrica, ya que el consumo eléctrico es el mismo.

1.1 ESTIMACIÓN DE CARGA POR CONCEPTO DE ILUMINACIÓN.

La iluminación actual en el área de oficinas es de tipo fluorescente en gabinetes de empotrar para plafond reticular de 0.60 x 1.22 m, con acrílico, de 4 tubos de 39 W tipo T-12, con 2 balastos electromagnéticos de 2 x 39 W c/u, este mismo sistema es usado en los baños; para las escaleras (en los descansos) son del tipo sobreponer de plástico envolvente de 2 x 39 W, con balastro electromagnético de 2 x 39 W; en los pasillos y vestíbulos de los pisos se utiliza lámparas incandescentes (focos) de 100 W empotrados.

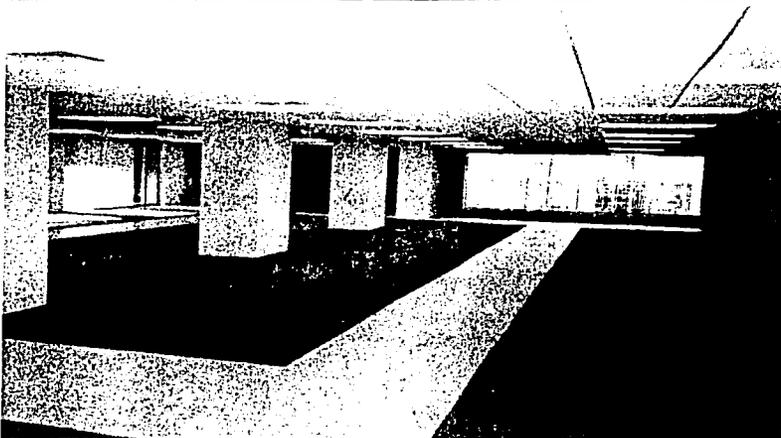
La carga instalada de iluminación está dada en las tablas A-1, A-2 y A-3 (pág. 11,12 y 13).

Siendo las cargas totales de éstas las siguientes:

Para el área de oficinas es de	260,364 W	(tabla A-1)
Para el área de servicios es de	43,938 W	(tabla A-2)
Para el área de sótanos es de	21,333 W	(tabla A-3)

Carga total instalada = 325,635 W

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



VISTA ACTUAL DE LUMINARIOS

1.2 ESTIMACIÓN DE CARGA POR CONCEPTO DE AIRE ACONDICIONADO.

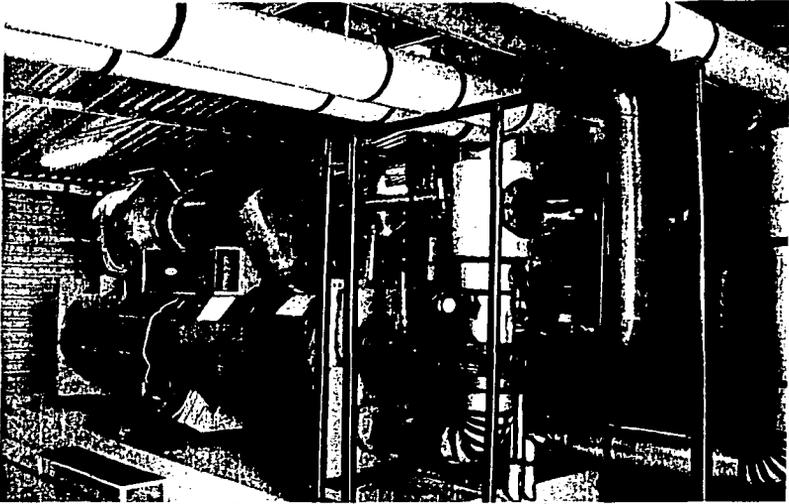
El Aire Acondicionado está basado en:

Dos Unidades Generadoras de Agua Helada (UGAH) o Chillers, marca Carrier, modelo 19DK63313CM de 350 ton/aire de capacidad, con refrigerante R-11, (próximo a discontinuarse y prohibirse su uso), estos equipos se utilizan alternativamente, con un consumo de energía de 465, 854 W c/u, con un índice de consumo de 1.33 kW/ton aire (conocido como eficiencia por los sistemas de Aire Acondicionado).

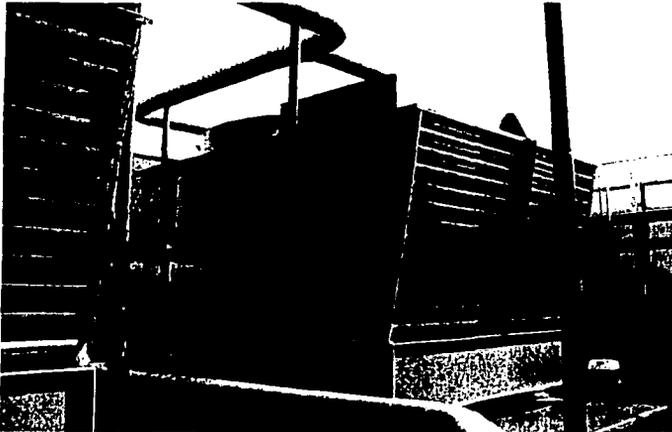
El sistema de aire acondicionado cuenta con 2 torres de enfriamiento, 3 bombas de agua helada (funcionando 2 bombas a la vez, descansando la tercera), 3 bombas de agua de condensados (funcionando de forma similar), 2 unidades manejadoras de aire por piso, 32 sistemas Minisplit para las áreas de directores generales y áreas de cómputo central, cuyos datos y características están dados en la tabla A-4 (pág. 14), y las cargas eléctricas están en las tablas A-5, A-6, A-7, A-8 y A-9 (pág. 15, 16, 17, 18, 19).

Teniendo una carga total de 839.88 kW.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA (CHILLER)



TORRE DE ENFRIAMIENTO

1.3 ESTIMACIÓN DE CARGA POR CONCEPTO DE ELEVADORES.

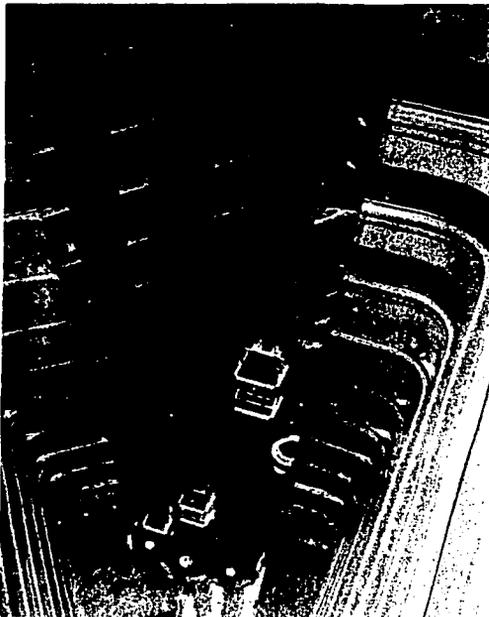
El edificio cuenta con dos bloques de tres elevadores cada uno, un bloque se localiza al lado norte con 3 elevadores de tipo panorámicos, con vista al vestíbulo de los pisos, el consumo de estos elevadores es de 22,000 W c/u, y que atiende a los 13 niveles de oficina, mezanine y PB. El otro bloque se localiza al lado sur, con 3 elevadores tipo normal (cabina cerrada), con salida al vestíbulo de los pisos, de 15,000 W c/u, que atiende a los 13 niveles de oficinas, mezanine, PB, y a los 4 sótanos de estacionamiento.

Los 6 elevadores son de la marca MELCO (Mitsubishi), con capacidad de 1,056 Kg, para 15 pasajeros. Con sistemas de control triplex colectivo selectivo, controlado por relevadores de bobina electromagnética, selector de piso tipo tornillo sin fin. Con una velocidad de 1.75 m/seg (de diseño), la cual se ha reducido debido al tiempo de uso de los elevadores (20 años).

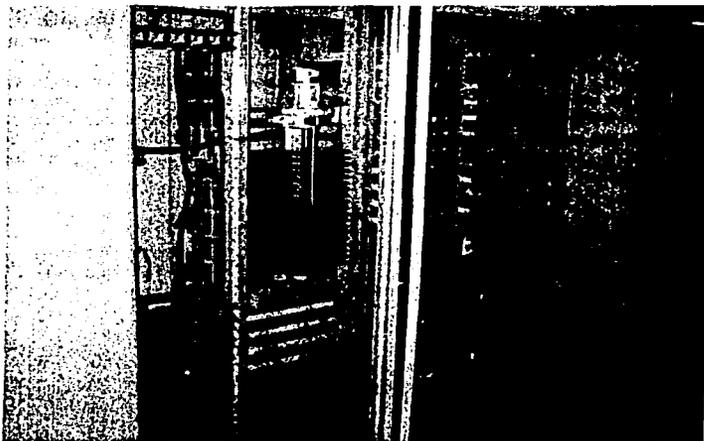
Teniendo una carga eléctrica total de 111.00 kW.

Las cargas individuales se encuentran en la tabla A-10 (pág.20).

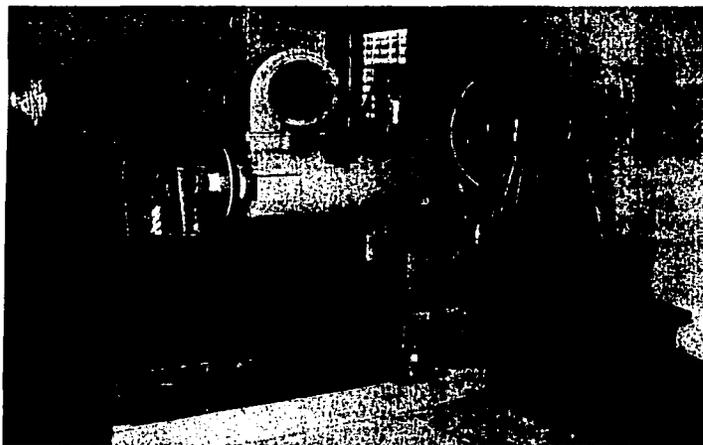
TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN



VISTA PANORÁMICA DE ELEVADORES



GABINETE DE CONTROL DEL ELEVADOR



MOTOR DEL ELEVADOR

TRUCO CON
FALLA DE ORIGEN

1.4 ANÁLISIS DE COSTOS EN MANTENIMIENTO Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ESTADO ACTUAL.

Debido al estado actual del edificio, por su antigüedad (20 años). La no renovación o actualización de los equipos de uso general, elevadores, equipos de aire acondicionado, y a la falta de mantenimiento preventivo adecuado, presenta equipos obsoletos, de alto costo de mantenimiento y de refacciones, y por ende un alto consumo de energía eléctrica, por esto es el planteamiento para la modernización de los equipos de elevadores, aire acondicionado e iluminación.

a) Iluminación

Para el mantenimiento de iluminación tanto de mano de obra como de materiales ya que tiene balastos electromagnéticos y lámparas fluorescentes tipo T-12 que tiene una vida promedio de dos años, y hay que estar cambiándolas constantemente, por lo que el costo de mantenimiento actual es de:

Costo mensual de materiales = \$ 7,130.00
Costo mensual de mano de obra = \$ 15,000.00
Total = \$ 22,130.00¹

b) Aire acondicionado

Las UAGH's requieren por su antigüedad un mantenimiento correctivo programado cada seis meses independiente del mantenimiento normal que se considera un pago mensual indicados en tabla A-20.²

Mantenimiento correctivo inmediato UGAH 1 = \$ 50,000.00
Mantenimiento correctivo programado a seis meses UGAH 2 = \$ 65,000.00
Mantenimiento mensual de todo el sistema de aire acondicionado = \$ 15,000.00
Mantenimiento correctivo programado a un año UGAH 1 = \$ 70,000.00

El ciclo de mantenimiento correctivo de las UGAH's se repite alternativamente.

a) Elevadores

Los elevadores requieren por su antigüedad y por la tecnología con que fueron construidos de mantenimiento correctivo inmediato y programado a seis y once meses independiente del mantenimiento normal, siendo estos:³

Mantenimiento mensual = \$ 25,011.00
Mantenimiento correctivo inmediato de los seis elevadores = \$ 49,828.00
Mantenimiento correctivo programado a seis meses = \$ 53,218.00
Mantenimiento correctivo programado a once meses = \$ 65,350.00

Nota: Estos costos fueron proporcionados por la empresa MELCO elevadores Mitsubishi de México.

¹ Ver tabla A-19.1, página 137

² Ver tabla A-20.1, página 140

³ Ver tabla A-21.1, página 142

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN.**

TABLA A - 1

ALUMBRADO NORMAL EN OFICINAS ESTADO ACTUAL							
PISO	CANTIDAD DE LUMINARIOS		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	TORRE A	TORRE B	FASES				
	4 X 39 (W)	4 X 39 (W)	A	B	C		
PLANTA BAJA	37	86	6.396	6.396	6.396	19.188	56,02
MEZANINE	40	46	4.368	4.524	4.524	13.416	39,17
NIVEL 1	52	85	7.176	7.020	7.176	21.372	62,39
NIVEL 2	54	86	7.332	7.332	7.176	21.840	63,76
NIVEL 3	52	80	6.864	6.864	6.864	20.592	60,12
NIVEL 4	53	82	7.020	7.020	7.020	21.060	61,48
NIVEL 5	56	84	7.332	7.332	7.176	21.840	63,76
NIVEL 6	56	46	5.304	5.304	5.304	15.912	46,45
NIVEL 7	49	46	4.992	4.836	4.992	14.820	43,27
NIVEL 8	52	44	4.992	4.992	4.992	14.976	43,72
NIVEL 9	49	45	4.836	4.992	4.836	14.664	42,81
NIVEL 10	50	46	4.992	4.992	4.992	14.976	43,72
NIVEL 11	51	48	5.148	5.148	5.148	15.444	45,09
NIVEL 12	52	42	4.836	4.992	4.836	14.664	42,81
NIVEL 13	53	47	5.148	5.148	5.304	15.600	45,54
TOTAL	756	913	86.736	86.892	86.736	260.364	760,10

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA A-2

ALUMBRADO NORMAL EN BAÑOS Y PASILLOS ESTADO ACTUAL									
PISO	CANTIDAD DE LUMINARIOS				DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	2 X 39 (W)	4 X 39 (W)	100 (W)	1 x 39 (W)	FASES				
					A	B	C		
PLANTA BAJA	2	8	10	10	936	946	912	2.794	8,16
MEZANINE	4	8	10	10	968	968	1.014	2.950	8,61
NIVEL 1	4	8	10	10	1.014	968	968	2.950	8,61
NIVEL 2	4	8	10	10	968	1.014	968	2.950	8,61
NIVEL 3	4	8	10	10	968	968	1.014	2.950	8,61
NIVEL 4	4	8	10	10	1.014	968	968	2.950	8,61
NIVEL 5	4	8	10	10	968	1.014	968	2.950	8,61
NIVEL 6	4	8	10	10	968	968	1.014	2.950	8,61
NIVEL 7	4	8	10	10	1.014	968	968	2.950	8,61
NIVEL 8	4	8	10	10	968	1.014	968	2.950	8,61
NIVEL 9	4	8	10	10	968	968	1.014	2.950	8,61
NIVEL 10	4	8	10	10	1.014	968	968	2.950	8,61
NIVEL 11	4	8	10	10	968	1.014	968	2.950	8,61
NIVEL 12	4	8	10	10	968	968	1.014	2.950	8,61
NIVEL 13	2	8	10	10	936	946	912	2.794	8,16
TOTAL	56	120	150	150	14.640	14.660	14.638	43.938	128,27

TABLA A-3

ALUMBRADO NORMAL EN ESTACIONAMIENTOS							
ESTADO ACTUAL							
PISO	CANTIDAD DE LUMINARIOS		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	2 X 39 (W)	1 x 39 (W)	FASES				
			A	B	C		
PLANTA BAJA	36	----	936	936	936	2.808	8,20
SÓTANO 1	53	----	1.404	1.404	1.326	4.134	12,07
SÓTANO 2	52	----	1.326	1.326	1.404	4.056	11,84
SÓTANO 3	52	----	1.404	1.326	1.326	4.056	11,84
SÓTANO 4	52	----	1.326	1.404	1.326	4.056	11,84
SÓTANO 5	28	1	702	741	780	2.223	6,49
TOTAL	273	1	7.098	7.137	7.098	21.333	62,28

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 4

RELACION DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO INSTALADOS					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	UBICACIÓN
UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA (UGAH)	2	CARRIER	19DK63313CM	350 Ton/aire	AZOTEA
TORRES DE ENFRIAMIENTO	2	BALTIMORE	CFT-2420	350 Ton/aire	AZOTEA
BOMBAS DE AGUA HELADA	3	PICSA	5X6X15	50 HP	AZOTEA
BOMBAS DE AGUA DE CONDENSACIÓN	3	PICSA	3X6X12	30 HP	AZOTEA
UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	23	RECOLD	MV-140-FC	7.5 HP	VARIOS NIVELES
UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	7	RECOLD	MV-200-FC	10 HP	VARIOS NIVELES
EXTRACTORES DE AIRE PARA SANITARIOS	27	----	8 X 4	0.25 HP	BAÑOS
UNIDAD MINISPLIT	29	----	----	1 Ton/aire	VARIOS NIVELES
UNIDAD MINISPLIT	3	----	----	3 Ton/aire	PISO 7

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 5

AIRE ACONDICIONADO GENERAL								
ESTADO ACTUAL								
EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCION DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W) INSTALADOS	CORRIENTE (A)	CARGA CIRCUITO (W) A USAR
	(W)	(HP)	FASES					
			A	B	C			
UGAH 1	465.854		155.285	155.285	155.285	465.854	1360,00	465.854
UGAH 2	465.854		155.285	155.285	155.285	465.854	1360,00	0
BOMBA CONDENSADOS 1	----	30	7.460	7.460	7.460	22.380	65,34	22.380
BOMBA CONDENSADOS 2	----	30	7.460	7.460	7.460	22.380	65,34	22.380
BOMBA CONDENSADOS 3	----	30	7.460	7.460	7.460	22.380	65,34	0
BOMBA AGUA HELADA 1	----	50	12.433	12.433	12.433	37.300	108,89	37.300
BOMBA AGUA HELADA 2	----	50	12.433	12.433	12.433	37.300	108,89	37.300
BOMBA AGUA HELADA 3	----	50	12.433	12.433	12.433	37.300	108,89	0
MANEJADORAS TORRE A	83.925	----	27.975	27.975	27.975	83.925	245,01	83.925
MANEJADORAS TORRE B	102.016	----	34.005	34.005	34.005	102.016	297,82	102.016
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	----	15	3.730	3.730	3.730	11.190	32,67	11.190
TORRE DE ENFRIAMIENTO 2	----	15	3.730	3.730	3.730	11.190	32,67	11.190
MINISPLITS TORRE A	18.000	----	6.000	6.000	6.000	18.000	52,55	18.000
MINISPLITS TORRE B	27.600	----	9.200	9.200	9.200	27.600	80,57	27.600
ELECTRO NIVELES	----	1	249	249	249	746	2,18	746
TOTAL			455.138	455.138	455.138	1.365.415	3986,15	839.881

NOTA:

LAS UGAH FUNCIONAN ALTERNADAMENTE
 LAS BOMBAS DE AGUA HELADA Y DE CONDENSADOS FUNCIONAN 2 DE 3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA A - 6

MANEJADORAS DE AIRE TORRE A							
ESTADO ACTUAL							
EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	(W)	(HP)	FASES				
			A	B	C		
UMA - PB	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - MEZ	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 1	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 2	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 3	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 4	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 5	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 6	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 7	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 8	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 9	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 10	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 11	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 12	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 13	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
TOTAL	83.925	113	27.975	27.975	27.975	83.925	245,01

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA A - 7

MANEJADORAS DE AIRE TORRE B							
ESTADO ACTUAL							
EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	(W)	(HP)	FASES				
			A	B	C		
UMA - PB	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - MEZ	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - 1	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - 2	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - 3	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - 4	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - 5	7.460	10	2.487	2.487	2.487	7.460	21,78
UMA - 6	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 7	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 8	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 9	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 10	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 11	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 12	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
UMA - 13	5.595	7,5	1.865	1.865	1.865	5.595	16,33
27 EXTRACTORES SANITARIOS	187	0,25	1.679	1.679	1.679	5.036	14,70
TOTAL			34.005	34.008	34.008	102.016	297,82

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 8

UNIDADES MINISPLIT TORRE A							
ESTADO ACTUAL							
EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	TON / AIRE	(W)	FASES				
			A	B	C		
PLANTA BAJA	1	1.200	600	600		1.200	5,25
MEZANINE	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 1	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 2	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 3	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 4	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 5	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 6	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 7	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 8	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 9	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 10	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 11	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 12	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 13	1	1.200		600	600	1.200	5,25
TOTAL	13	14.400	6.000	6.000	6.000	18.000	52,55

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA A - 9

UNIDADES MINISPLIT TORRE B							
ESTADO ACTUAL							
EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	TON / AIRE	(W)	FASES				
			A	B	C		
PLANTA BAJA	1	1.200	600	600		1.200	5,25
MEZANINE	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 1	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 2	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 3	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 4	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 5	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 6	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 7	3	3.600	1.200	1.200	1.200	3.600	10,51
PISO 8	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 9	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 10	1	1.200	600	600		1.200	5,25
PISO 11	1	1.200	600		600	1.200	5,25
PISO 12	1	1.200		600	600	1.200	5,25
PISO 13	1	1.200		600	600	1.200	5,25
TOTAL	15	16.800	6.600	7.200	6.600	20.400	59,56

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 10

ELEVADORES ESTADO ACTUAL								
	EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
		(W)	(HP)	FASES				
				A	B	C		
PANORÁMICOS	ELEVADOR P-1	22.000	29	7.333	7.333	7.333	22.000	64,23
	ELEVADOR P-2	22.000	29	7.333	7.333	7.333	22.000	64,23
	ELEVADOR P-3	22.000	29	7.333	7.333	7.333	22.000	64,23
NORMALES	ELEVADOR N-1	15.000	20	5.000	5.000	5.000	15.000	43,79
	ELEVADOR N-2	15.000	20	5.000	5.000	5.000	15.000	43,79
	ELEVADOR N-3	15.000	20	5.000	5.000	5.000	15.000	43,79
	TOTAL			37.000	36.999	36.999	111.000	324,05

Capítulo 2

ILUMINACIÓN

2.1 AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación es el segundo después del sistema de aire acondicionado de los que utilizan más energía en un edificio para oficinas y la iluminación es probablemente el área más fácil para reducir costos de energía. Empezando con la sustitución del sistema de alumbrado se reduciría la carga de enfriamiento de aire acondicionado.

Un entorno iluminado adecuadamente no solo proporcionará un ahorro en el consumo de energía y ahorro económico sino que también mejoraría el confort, seguridad y desempeño de las personas que laboran en este entorno.

La estética dentro del ambiente de una oficina no sólo influye en el nivel de confort del trabajador sino que también influye en su productividad y la moral del empleado. Los empleados, que trabajan en un ambiente desagradable, no sólo son menos productivos sino que pueden comunicar una actitud negativa.

A continuación se proponen algunas medidas de ahorro de energía aplicadas al sistema de iluminación las cuales se realizan en dos sentidos:

A) Medidas tecnológicas que implican la sustitución de los equipos convencionales por otros de mayor eficiencia en los sistemas donde la inversión tenga un beneficio/costo superior a uno.

B) Aunado a las alternativas de cambio o sustitución de equipos, las cuales generalmente tienen un alto costo inicial para el usuario, existen otras medidas cuyo costo es nulo o de baja inversión, pero que resultan también, en excelentes oportunidades para ahorrar energía. A estas medidas se les conoce como operacionales, y usualmente el propio personal de mantenimiento del inmueble las puede identificar y llevar a cabo; por lo que a continuación se enlistan las principales áreas de oportunidad clasificadas en tres categorías:

- Acciones de nula o mínima inversión
- Acciones de baja inversión
- Inversión programada

Acciones de nula o mínima inversión

Retirar lámparas de los luminarios

Frecuentemente las áreas comunes (pasillos, salas de espera, estacionamientos, etc.) son diseñadas con niveles de iluminación similares a las áreas de tarea específica (oficinas, centro de cómputo, etc.), presentándose un exceso de iluminación, por lo que en caso de que las áreas comunes tengan luminarios con 3 o 4 lámparas, se recomienda desconectar 1 o 2 lámparas con su respectivo balastro.

Desconexión de balastos ociosos

Es común encontrar lámparas quemadas o desconectadas intencionalmente, pero con el balastro electromagnético conectado a la red, esto debe evitarse pues el balastro sigue consumiendo energía eléctrica del orden del 20% de la potencia de la lámpara.

Limpiar luminarios

Si los componentes del luminario (lámpara, balastro, reflector y difusor) se encuentran sucios por el polvo acumulado, se recomienda realizar una buena limpieza para mejorar el nivel de iluminación.

Respetar horario de trabajo

El no cumplir con los horarios de entrada y salida establecidos, ocasiona un aumento en el consumo de energía al utilizar los equipos un mayor número de horas.

Apagar la luz artificial cuando no se requiera

En las áreas donde existan apagadores y se tenga suficiente aportación de luz natural, así como en las áreas de trabajo donde no haya personal laborando, hacer uso de los interruptores termomagnéticos por zonas.

Desconectar equipos ociosos

En los inmuebles existen equipos de uso general, como fotocopiadoras, enfriadores y calentadores de agua, que pueden desconectarse durante el horario nocturno, evitando así desperdicios.

Activar el administrador de energía en computadoras

Las computadoras operan en forma real aproximadamente un 30% del tiempo que permanecen encendidas, por lo que operarlas en modo de bajo consumo de energía (lo cual viene integrado en los sistemas operativos de dichas máquinas), permitirá ahorrar hasta un 40% del consumo del equipo.

Dar continuidad al ahorro de energía

Nombrar a un responsable del ahorro de energía, que puede ser una persona o un comité, con el fin de dar continuidad y asegurar la aplicación de las medidas recomendadas.

Acciones de baja inversión

Separar circuitos e instalar apagadores

El problema más generalizado consiste en la imposibilidad de apagar ciertos luminarios que no son necesarias en determinado momento, debido a que un interruptor controla un gran número de lámparas. En estos casos se recomienda separar en varios circuitos, con igual número de interruptores, que enciendan no más de seis luminarios.

Redistribuir luminarios

En caso de que los luminarios se encuentren en las áreas donde no se requiera iluminación directa, se recomienda reubicarlas y, en su caso, reducir el menor número de lámparas por luminario.

Reducir la altura de montaje excesiva de luminarios

Se han observado casos en que las lámparas se encuentran tan elevadas que si se apagan no se afectaría el nivel de iluminación, lo que significa que sólo son elementos decorativos; en estos casos se puede reducir la altura de montaje y rediseñar para colocar menor número de luminarios.

Instalar sensores de presencia

En áreas de poca actividad, como bodegas, estacionamientos, subestaciones, baños, escaleras y pasillos, es recomendable el uso de equipos que enciendan la luz al detectar la presencia de personal.

Capacitar operadores

Dado que en ocasiones se presentan bajos niveles de conocimiento del personal de mantenimiento en la operación de los sistemas y equipos, se recomienda dar cursos de capacitación que incidan en el mejoramiento de la eficiencia y eficacia de su trabajo.

Promover el ahorro de energía con carteles alusivos

Los carteles permiten crear conciencia en el personal sobre la importancia de las medidas de ahorro de energía.

Pintar los espacios interiores con colores claros

Usar siempre colores claros en techos, paredes y pisos con el objeto de alcanzar mayores superficies reflejantes que incrementen el nivel de iluminación.

Inversión Programada

Comprar equipo eficiente

En caso de requerir equipos de alumbrado (lámparas, balastos, difusores, etc.), que sean necesarios por causas de reposición o de remodelación de espacios o de sustitución de luminarios programada, es recomendable consultar la página de la Conae en Internet (<http://www.conae.gob.mx>), en donde encontrará información técnica, así como la asistencia técnica para solicitar al departamento de adquisiciones equipos de tipo eficiente y económico.

2.2 FUNDAMENTOS DE ILUMINACIÓN

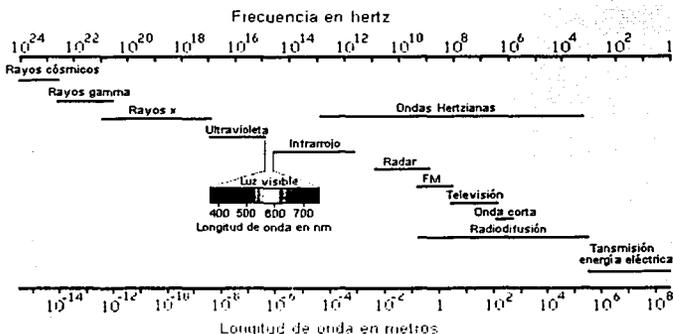
Radiación visible (luz)

La luz puede definirse como una forma de radiación electromagnética capaz de producir directamente una sensación visual. La luz que llega a nuestros ojos y nos permite ver, es un pequeño conjunto de radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda comprendidas entre los 380 nm y los 770 nm.

La luz forma parte del espectro electromagnético que comprende tipos de ondas tan dispares como los rayos cósmicos, los rayos gamma, los ultravioletas, los infrarrojos y las ondas de radio o televisión entre otros. Cada uno de estos tipos de onda comprende un intervalo definido por una magnitud característica que puede ser la longitud de onda (λ) o la frecuencia (f). Recordemos que la relación entre ambas es:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

donde c es la velocidad de la luz en el vacío ($c = 3 \times 10^8$ m/s).

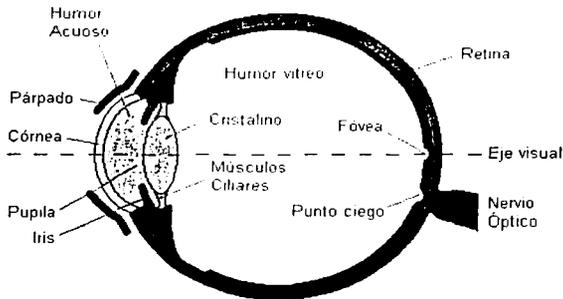


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Visión

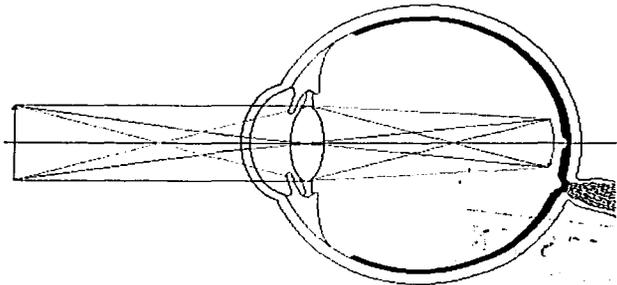
El ojo humano es un órgano sensitivo muy complejo que recibe la luz procedente de los objetos, la enfoca sobre la retina formando una imagen y la transforma en información comprensible para el cerebro. La existencia de dos ojos nos permite una visión panorámica y binocular del mundo circundante y la capacidad del cerebro para combinar ambas imágenes produce una visión tridimensional o estereoscópica.

A menudo, se compara el funcionamiento del ojo con el de una cámara fotográfica. La pupila actúa de diafragma, la retina de película, la córnea de lente y el cristalino se equipara a acercar o alejar la cámara del objeto para conseguir un buen enfoque.



Partes de ojo.

La analogía no acaba aquí, pues al igual que en la cámara de fotos, en la retina la imagen se forma invertida aunque para el cerebro es como si no lo estuviera.

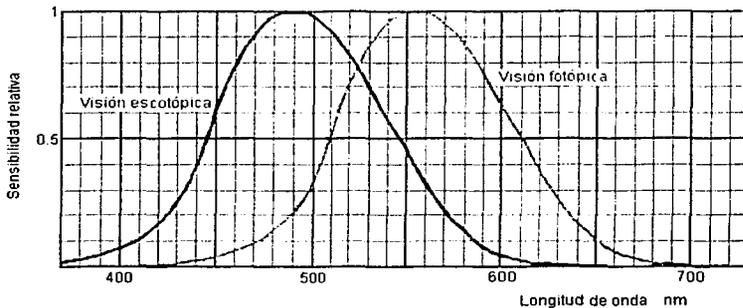


Formación de la imagen en el ojo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La cantidad de luz juega un papel importante en la visión. Así, en condiciones de buena iluminación (más de 3 cd/m^2) como ocurre de día, la visión es nítida, detallada y se distinguen muy bien los colores; es la **visión fotópica**. Para niveles inferiores a 0.25 cd/m^2 desaparece la sensación de color y la visión es más sensible a los tonos azules, es la llamada **visión escotópica**. En situaciones intermedias, la capacidad para distinguir los colores disminuye a medida que baja la cantidad de luz pasando de una gran sensibilidad hacia el amarillo a una hacia el azul, es la **visión mesópica**.

En estas condiciones, se definen unas **curvas de sensibilidad del ojo a la luz visible** para un determinado observador patrón que tiene un máximo de longitud de onda de **555 nm** (amarillo verdoso) para la **visión fotópica** y otro de **480 nm** (azul verdoso) para la **visión escotópica**. Al desplazamiento del máximo de la curva al disminuir la cantidad de luz recibida se llama **efecto Purkinje**.



Curvas de sensibilidad del ojo.

Estas curvas muestran la capacidad relativa del ojo para evaluar la energía radiante de las distintas longitudes de onda del espectro visible.

Toda fuente de luz que emita en valores cercanos al máximo de la visión diurna (555 nm) tendrá un rendimiento energético óptimo porque producirá la máxima sensación luminosa en el ojo con el mínimo consumo de energía. Y si la fuente no ofrece una buena reproducción cromática la capacidad del ojo para distinguir los colores disminuye.

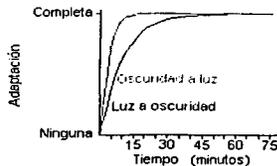


La acomodación

Se llama **acomodación** a la capacidad del ojo para enfocar automáticamente objetos situados a diferentes distancias. Esta función se lleva a cabo en el cristalino que varía su forma al efecto. Pero esta capacidad se va perdiendo con los años debido a la pérdida de elasticidad que sufre; es lo que se conoce como presbicia o vista cansada y hace que aumente la distancia focal y la cantidad de luz mínima necesaria para formar una imagen nítida.

La adaptación

La **adaptación** es la facultad del ojo para ajustarse automáticamente a cambios en los niveles de iluminación. Se debe a la capacidad del iris para regular la abertura de la pupila y a cambios fotoquímicos en la retina. Para pasar de ambientes oscuros a luminosos el proceso es muy rápido pero en caso contrario es mucho más lento. Al cabo de un minuto se tiene una adaptación aceptable. A medida que pasa el tiempo, vemos mejor en la oscuridad y a la media hora ya vemos bastante bien. La adaptación completa se produce pasada una hora.



Curva de adaptación del ojo.

La agudeza visual

La **agudeza visual** o nitidez de visión es la capacidad de distinguir entre objetos muy próximos entre sí. Es una medida del detalle más pequeño que podemos diferenciar y está muy influenciada por el nivel de iluminación. Si este es bajo como ocurre de noche cuesta mucho distinguir cosas al contrario de lo que ocurre de día.

El contraste

El **contraste** se produce por diferencias entre colores o luminancias (porción de luz reflejada por un cuerpo que llega al ojo) entre un elemento del campo visual y el resto. Mientras mayor sea, mejor lo veremos, más detalles distinguiremos y menos fatigaremos la vista. Una buena iluminación ayudará mucho y puede llegar a compensar bajos contrastes en colores aumentando la luminancia.

LOS CON
FALLA DE ORIGEN

Color

Cuando un cuerpo opaco es iluminado por luz blanca refleja un color o una mezcla de estos absorbiendo el resto. Las radiaciones luminosas reflejadas determinarán el color con que nuestros ojos verán el objeto.

Los colores van del violeta (380 nm) hasta el rojo (770 nm) y su distribución espectral aproximada es:

Tipo de radiación	Longitudes de onda (nm)
Violeta	380-436
Azul	436-495
Verde	495-566
Amarillo	566-589
Naranja	589-627
Rojo	627-770

Para definir los colores se emplean diversos sistemas como el RGB o el de Munsell. En el sistema RGB (Red, Green, Blue), un color está definido por la proporción de los tres colores básicos - rojo, verde y azul - empleados en la mezcla. En el sistema de Munsell se recurre a tres parámetros: tono o matiz (rojo, amarillo, verde...), valor o intensidad (luminosidad de un color comparada con una escala de grises; por ejemplo el amarillo es más brillante que el negro) y cromaticidad o saturación (cantidad de blanco que tiene un color; si no tiene nada se dice que está saturado).

Para describir las cualidades cromáticas de las fuentes de luz hemos de considerar dos aspectos. El primero trata sobre el color que presenta la fuente. Y el segundo describe cómo son reproducidos los colores de los objetos iluminados por ésta. Para evaluarlos se utilizan dos parámetros: La temperatura de color y el rendimiento de color.

Temperatura de color

Una pieza de carbón es un cuerpo negro porque absorbe toda la energía lumínica incidente sin producir ningún tipo de reflexión. Y cuando no sucede esto, el color de los objetos es el color de la luz que refleja.

Si calentamos un cuerpo negro, podremos apreciar que este va cambiando de color a medida que incrementamos su temperatura. De este modo podremos percibir como dicho cuerpo negro pasa de tener un color rojo oscuro, a rojo claro, a naranja, a amarillo, a blanco azulado, para concluir adquiriendo un a coloración azul.

El término temperatura de color se utiliza para describir el color de una fuente luminosa, comparándola con el de un cuerpo negro. La temperatura del cuerpo negro en grados Kelvin, en la que se obtienen los mismos colores que con la fuente a medir, es la temperatura de color de ésta.

Rendimiento de color

Para establecer el rendimiento de color se utiliza el índice de rendimiento de color (IRC o R_v). El índice de rendimiento de color determina la capacidad de una fuente luminosa para reproducir los colores naturales de los objetos observados.

El IRC tiene un valor máximo de 100 , que resulta si la reproducción cromática de la fuente luminosa a ensayar y de la lámpara patrón son idénticas. Entonces cuando el IRC de una fuente luminosa se acerque más al 100, los colores percibidos serán más parecidos a los colores naturales. Hay que destacar que en muchas profesiones es necesario distinguir claramente los colores y los matices, por lo que es aconsejable trabajar bajo una luz de tipo natural que permita una buena reproducción cromática y que contribuya a disminuir la fatiga visual.

Propiedades ópticas de la materia

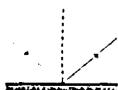
Cuando la luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de éste y una parte es reflejada. Si el cuerpo es opaco el resto de la luz será absorbida. Si es transparente una parte será absorbida como en el caso anterior y el resto atravesará el cuerpo transmitiéndose. Así pues, tenemos tres posibilidades:

- Reflexión
- Transmisión-refracción
- Absorción

Para cada una se define un coeficiente que nos da el porcentaje correspondiente en tanto por uno. Son el factor de reflexión (ρ), el de transmisión (τ) y el de absorción (α) que cumplen:

$$\begin{aligned} \rho + \alpha + \tau &= 1 && \text{cuerpos transparentes} \\ \rho + \alpha &= 1 && \text{cuerpos opacos (} \tau=0 \text{)} \end{aligned}$$

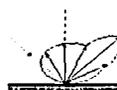
La **reflexión** es un fenómeno que se produce cuando un rayo de luz llega a la superficie de separación de dos medios (ya sean gases, líquidos o sólidos) y una parte de ésta es reflejada alejándose de la barrera y el resto penetra dentro del material. La dirección en que sale reflejada la luz viene determinada por el tipo de superficie. Si es una superficie brillante o pulida se produce la reflexión regular en que toda la luz sale en una única dirección. Si la superficie es mate y la luz sale desperdigada en todas direcciones se llama reflexión difusa. Y, por último, está el caso intermedio, reflexión mixta, en que predomina una dirección sobre las demás. Esto se da en superficies metálicas sin pulir, barnices, papel brillante, etc.



Reflexión regular



Reflexión difusa

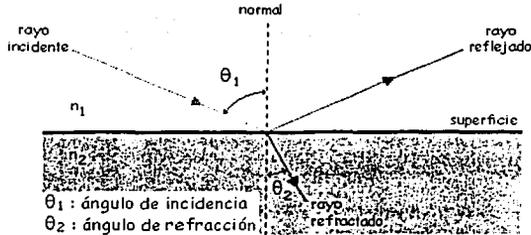


Reflexión mixta

Refracción. Cuando un rayo de luz sale de un medio y entra en otro, puede cambiar su dirección. Este cambio se debe a una variación en la velocidad de la luz. La velocidad disminuye si el nuevo medio es más denso que el anterior y aumenta cuando lo es menos. Este cambio de velocidad va siempre acompañado de una desviación del rayo luminoso que se conoce como refracción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



En la refracción, el rayo incidente y el refractado están en el mismo plano y en lados opuestos de la normal a la superficie. La ley de la refracción es conocida como ley de Snell y se expresa de la siguiente forma:

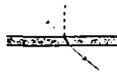
$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$$

donde n_1 es el índice de refracción del medio que se define como el cociente entre la velocidad de la luz en el medio (v) y la velocidad de la luz en el vacío (c).

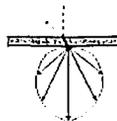
$$n = \frac{v}{c}$$

La transmisión se puede considerar una doble refracción. Si pensamos en un cristal; la luz sufre una primera refracción al pasar del aire al vidrio, sigue su camino y vuelve a refractarse al pasar de nuevo al aire. Si después de este proceso el rayo de luz no es desviado de su trayectoria se dice que la transmisión es regular como pasa en los vidrios transparentes.

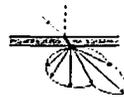
Si se difunde en todas direcciones tenemos la transmisión difusa que es lo que pasa en los vidrios translúcidos. Y si predomina una dirección sobre las demás tenemos la mixta como ocurre en los cristales de superficie labrada.



Transmisión regular



Transmisión difusa



Transmisión mixta

La absorción es un proceso muy ligado al color. El ojo humano sólo es sensible a las radiaciones pertenecientes a un pequeño intervalo del espectro electromagnético. Son los colores que mezclados forman la luz blanca.

Cuando la luz blanca choca con un objeto una parte de los colores que la componen son absorbidos por la superficie y el resto son reflejados. Las componentes reflejadas son las que determinan el color que percibimos. Si las refleja todas es blanco y si las absorbe todas es negro. Por ejemplo; un objeto es rojo porque refleja la luz roja y absorbe las demás componentes de la luz blanca. Si iluminamos el mismo objeto con luz azul lo veremos negro porque el cuerpo absorbe esta componente y no refleja ninguna. Por lo tanto, el color con que percibimos un objeto depende del tipo de luz que le enviamos y de los colores que éste sea capaz de reflejar.

Fotometría

Como ya sabemos, la luz es una forma de radiación electromagnética comprendida entre los 380 nm y los 770 nm de longitud de onda a la que es sensible el ojo humano. Pero esta sensibilidad no es igual en todo el intervalo y tiene su máximo para 555 nm (amarillo-verdoso) descendiendo hacia los extremos (violeta y rojo). Con la fotometría pretendemos definir algunas magnitudes para poder evaluar los fenómenos luminosos y poder realizar los cálculos de iluminación.

Flujo Luminoso

El flujo luminoso es la cantidad de luz que emite una fuente luminosa y se mide en lúmenes (Lm). Un Lúmen es el flujo luminoso que incide sobre 1m² de una determinada superficie, en la cual, la totalidad de todos sus puntos se encuentran situados a la distancia de 1m de la fuente puntual que emite luz con una intensidad de 1 candela (cd), en todas las direcciones del espacio. La superficie mencionada es, por supuesto, una sección de 1m² de una esfera de 1m de radio cuyo centro geométrico coincide en su ubicación con la localización espacial del, también ya mencionada, punto de luz.

Flujo luminoso	Símbolo: Φ
	Unidad: lumen (lm)

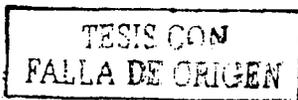
Intensidad luminosa

La intensidad luminosa describe la cantidad de luz (lúmenes) por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta, y se mide en cd.

Intensidad luminosa	Símbolo: I
$I = \frac{\Phi}{\omega}$	Unidad: candela (cd)

Para explicar el ángulo sólido (ω) pensemos en un punto O situado a una distancia r de una superficie S no necesariamente plana. Ahora, formemos un cono con vértice en O cuyas generatrices pasen por el contorno de S. A continuación hagamos una esfera de radio uno con centro en O. Al área de la superficie de la esfera interceptada por el cono Φ se le conoce por ángulo sólido y su valor es:

$$\omega = \frac{A}{r^2}$$



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Su unidad es el estereorradián (sr).



Illuminancia

La iluminancia es la densidad de flujo luminoso recibido por una superficie determinada. La iluminancia se mide en lux. Un lux es el flujo luminoso de un lumen uniformemente distribuido en 1m^2 de una superficie situada a 1m de distancia de un punto de luz que emite en la perpendicular con una intensidad de una candela.

Iluminancia	Simbolo: E	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
$E = \frac{\Phi}{S}$		

Luminancia

Es la intensidad luminosa que refleja una superficie en una determinada dirección para una determinada unidad de área que se proyecta sobre el plano perpendicular a la dirección de observación de dicha superficie. El valor de la luminancia para una misma superficie varía en función de la posición que ocupe el observador.

Luminancia	Simbolo: L	
$L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cos \alpha}$	Unidad: cd/m^2	

Rendimiento luminoso

El rendimiento luminoso de una fuente de luz, es el flujo luminoso producido por unidad de potencia eléctrica consumida.

Rendimiento luminoso	Simbolo: η	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
$\eta = \frac{\Phi}{W}$	Unidad: lm / W	

Cantidad de luz

Es el flujo luminoso que emite una fuente de luz durante un cierto periodo de tiempo.

Cantidad de luz	Simbolo: Q
$Q = \Phi \cdot t$	Unidad: $\text{lm} \cdot \text{s}$

2.3 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y MÉTODOS DE ALUMBRADO

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Una buena iluminación mejora el desempeño en los espacios de una oficina. Ésta es una conclusión simple. El desafío es concretar este concepto dentro de las necesidades de una empresa, atendiendo a todos los requisitos y adecuando soluciones para las dificultades técnicas con eficiencia y ahorro. Hoy en día existe una nueva realidad en la distribución de los espacios y en la utilización de nuevos equipos en las oficinas. Esto determina nuevas tareas profesionales y la iluminación debe estar perfectamente adecuada para atender a las distintas necesidades. Además de los factores técnicos, la iluminación debe ser proyectada también para crear el ambiente deseado, estableciendo de esa forma la imagen de la empresa a través de la ambientación de sus oficinas.

Con una iluminación correcta podemos mejorar la productividad, evitando:

- Lentitud y falta de precisión en el trabajo
- Cansancio y tensión de los empleados
- Reducción de la motivación

También es importante tomar en cuenta las tareas visuales más comunes que se realizan en una oficina, tales como:

- Lectura de textos impresos en papel
- Trabajo en pantallas de las computadoras
- Comunicación cara a cara con los otros empleados o clientes

Para la correcta ejecución de estas tareas, la iluminación adecuada es fundamental para garantizar la productividad, de ahí la importancia de contar con diferentes *sistemas de iluminación* los cuales determinan la cantidad de luz que llega al plano de trabajo o área a iluminar.

La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el plano de trabajo, sin reflexión intermedia. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por el contrario, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista, además de producir reflexiones indeseables.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El otro caso es el de la **iluminación indirecta** que se presenta cuando casi toda la luz es reflejada en el techo (o en la pared) antes de llegar al plano de trabajo (el techo se convierte en la superficie más iluminada). El ambiente queda más iluminado y más confortable y las sombras son escasas pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.



Y por último tenemos el caso de la **iluminación de Acentuación Integrada** a la iluminación general, la iluminación de acentuación debe ser aplicada a través de luminarios específicos con lámparas de haz de luz dirigido y concentrado, para resaltar objetos, gráficos o cuadros. Puede ser utilizada también en las entradas y antesalas, marcando el piso e indicando el camino. La utilización de este tipo de iluminación deja el ambiente más interesante, atractivo y menos monótono. Recomendada principalmente para salas de reunión y para destacar cuadros en pasillos, tornando estos ambientes más agradables.



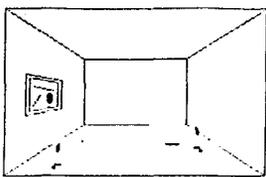
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MÉTODOS DE ALUMBRADO

Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: **alumbrado general**, **alumbrado general localizado** y **alumbrado localizado**.

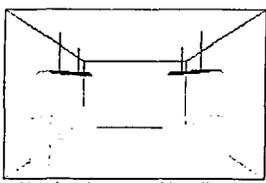
El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo los luminarios de forma regular por todo el techo del local.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



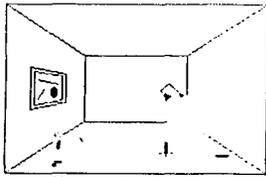
Alumbrado general.

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. Por ejemplo, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. Podemos mejorar este alumbrado concentrando los luminarios sobre las zonas de trabajo, y colocar algunos luminarios en las zonas de paso. Una alternativa es apagar selectivamente los luminarios en una instalación de alumbrado general.



Alumbrado general localizado.

Empleamos el **alumbrado localizado** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método cuando haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.



Alumbrado localizado.

2.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para iluminar espacios carentes de luz es necesaria la presencia de fuentes de luz artificiales, y aparatos que sirvan de soporte y distribuyan adecuadamente la luz. De esta forma es posible vencer las limitaciones que la naturaleza impone a las actividades humanas.

El objetivo del presente artículo es identificar de manera adecuada los elementos que constituyen el sistema de iluminación, con el fin de generar las recomendaciones adecuadas en materia de ahorro de energía.

Los elementos con los que cuenta el sistema de iluminación son:

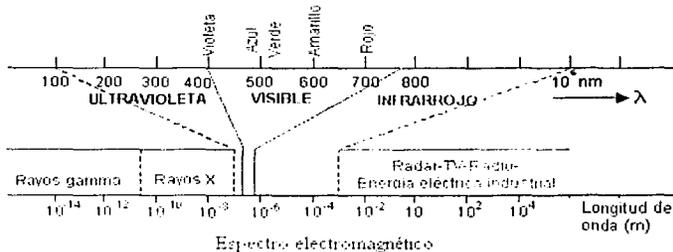
- Lámparas
- Luminario
- Balastos
- Dispositivos de control

LAMPARAS

LÁMPARAS INCANDESCENTES

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de producir luz a partir de la electricidad y surgieron a finales del siglo XIX. Desde que fueron inventadas, la tecnología ha cambiado mucho produciéndose sustanciosos avances en la cantidad de luz producida, el consumo y la duración de las lámparas. Su principio de funcionamiento es simple, se hace circular corriente eléctrica por un filamento hasta que este alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano.

La incandescencia.- Todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética. Mientras más alta sea su temperatura mayor será la energía emitida y la porción del espectro electromagnético ocupado por las radiaciones emitidas. Si el cuerpo pasa la temperatura de incandescencia una buena parte de estas radiaciones caerán en la zona visible del espectro y obtendremos luz.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La incandescencia se puede obtener de dos maneras. La primera es por combustión de alguna sustancia, y la segunda es haciendo circular una corriente eléctrica a través de un hilo conductor muy delgado como ocurre en las bombillas comunes.

Tanto de una forma como de otra, obtenemos luz y calor (ya sea calentando las moléculas de aire o por radiaciones infrarrojas). En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor.



Rendimiento de una lámpara incandescente.

Características cromáticas.- Los colores que vemos con nuestros ojos dependen en gran medida de las características cromáticas de las fuentes de luz. A la hora de describir las cualidades cromáticas de las fuentes de luz hemos de considerar dos aspectos. El primero trata sobre el color que presenta la fuente. Y el segundo describe cómo son reproducidos los colores de los objetos iluminados por ésta. Para evaluarlos se utilizan dos parámetros: la temperatura de color y el rendimiento de color que se mide con el IRC.

La *temperatura de color* hace referencia al color de la fuente luminosa. Su valor coincide con la temperatura a la que un cuerpo negro tiene una apariencia de color similar a la de la fuente considerada. Esto se debe a que sus espectros electromagnéticos respectivos tienen una distribución espectral similar. Conviene aclarar que los conceptos temperatura de color y temperatura de filamento son diferentes y no tienen porque coincidir sus valores.

El *rendimiento en color*, hace referencia a cómo se ven los colores de los objetos iluminados. Nuestra experiencia nos indica que los objetos iluminados por una lámpara fluorescente no se ven del mismo tono que aquellos iluminados por bombillas. En el primer caso destacan más los tonos azules mientras que en el segundo lo hacen los rojos. Esto se debe a que la luz emitida por cada una de estas lámparas tiene un alto porcentaje de radiaciones monocromáticas de color azul o rojo.

Para establecer el rendimiento en color se utiliza el *índice de rendimiento de color (IRC)* que compara la reproducción de una muestra de colores normalizada iluminada con nuestra fuente con la reproducción de la misma muestra iluminada con una fuente patrón de referencia.

Características de duración.- La duración de una lámpara incandescente viene determinada básicamente por la temperatura de trabajo del filamento. Mientras más alta sea ésta, mayor será el flujo luminoso pero también la velocidad de evaporación del material que forma el filamento. Las partículas evaporadas, cuando entren en contacto con las paredes se depositarán sobre estas, ennegreciendo la ampolla. De esta manera

se verá reducido el flujo luminoso por ensuciamiento de la ampolla. Pero, además, el filamento se habrá vuelto más delgado por la evaporación del tungsteno que lo forma y se reducirá, en consecuencia, la corriente eléctrica que pasa por él, la temperatura de trabajo y el flujo luminoso. Esto seguirá ocurriendo hasta que finalmente se rompa el filamento. A este proceso se le conoce como depreciación luminosa.

Para determinar la **vida de una lámpara incandescente** disponemos de diferentes parámetros según las condiciones de uso definidas.

- La *vida individual* es el tiempo transcurrido en horas hasta que una lámpara se estropea, trabajando en unas condiciones determinadas.
- La *vida promedio* es el tiempo transcurrido hasta que se produce el fallo de la mitad de las lámparas de un lote representativo de una instalación, trabajando en unas condiciones determinadas.
- La *vida útil* es el tiempo estimado en horas tras el cual es preferible sustituir un conjunto de lámparas de una instalación a mantenerlas. Esto se hace por motivos económicos y para evitar una disminución excesiva en los niveles de iluminación en la instalación debido a la depreciación que sufre el flujo luminoso con el tiempo. Este valor sirve para establecer los periodos de reposición de las lámparas de una instalación.
- La *vida media* es el tiempo medio que resulta tras el análisis y ensayo de un lote de lámparas trabajando en unas condiciones determinadas.

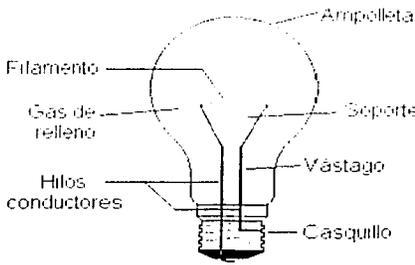
La duración de las lámparas incandescentes está normalizada; siendo de unas 1000 horas para las normales, y para las halógenas es de 2000 horas para aplicaciones generales y de 4000 horas para las especiales.

Los **factores externos que afectan al funcionamiento de las lámparas** son la temperatura del entorno donde esté situada la lámpara y las variaciones en la tensión nominal.

La *temperatura ambiente* no es un factor que influya demasiado en el funcionamiento de las lámparas incandescentes, pero sí se ha de tener en cuenta para evitar deterioros en los materiales empleados en su fabricación. En las lámparas normales hay que tener cuidado de que la temperatura de funcionamiento no exceda de los 200° C para el casquillo y los 370° C para el bulbo en el alumbrado general. Esto será de especial atención si la lámpara está alojada en luminarios con mala ventilación. En el caso de las lámparas halógenas es necesario una temperatura de funcionamiento mínima en el bulbo de 260° C para garantizar el ciclo regenerador del tungsteno. En este caso la máxima temperatura admisible en la ampolla de vidrio duro es de 520° C y 900° C para el cuarzo.

Las *variaciones de la tensión* se producen cuando aplicamos a la lámpara una tensión diferente de la tensión nominal para la que ha sido diseñada. Cuando aumentamos la tensión aplicada se produce un incremento de la potencia consumida y del flujo emitido por la lámpara pero se reduce la duración de la lámpara. Análogamente, al reducir la tensión se produce el efecto contrario.

Partes de un lámpara.- Las lámparas incandescentes están formadas por un hilo de wolframio que se calienta por efecto Joule alcanzando temperaturas tan elevadas que empieza a emitir luz visible. Para evitar que el filamento se queme en contacto con el aire, se rodea con una ampollita de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas. El conjunto se completa con unos elementos con funciones de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado que sirve para conectar la lámpara a la luminaria.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Partes de una bombilla

Existen dos tipos de lámparas incandescentes: las que contienen un gas halógeno en su interior y las que no lo contienen.

Lámparas no halógenas

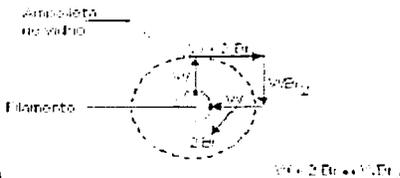
Entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior. La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el aumento de la temperatura de trabajo del filamento. Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 y 200 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 para las rellenas de gas inerte. En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 W.

	Lámparas gas	con Lámparas de vacío
Temperatura filamento del	2500 °C	2100 °C
Eficacia luminosa de la lámpara	10-20 lm/W	7.5-11 lm/W
Duración	1000 horas	1000 horas
Pérdidas de calor	Convección y radiación	Radiación

Lámparas halógenas de alta y baja tensión.- En las lámparas incandescentes normales, con el paso del tiempo, se produce una disminución significativa del flujo luminoso. Esto se debe, en parte, al ennegrecimiento de la ampolleta por culpa de la evaporación de partículas de tungsteno del filamento y su posterior condensación sobre la ampolleta.

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), como gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr₂). Como las paredes de la ampolleta están muy calientes (más de 260 °C) no se deposita sobre éstas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en tungsteno que se deposita sobre el filamento y Br que pasa al gas de relleno. Y así, el ciclo vuelve a empezar.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



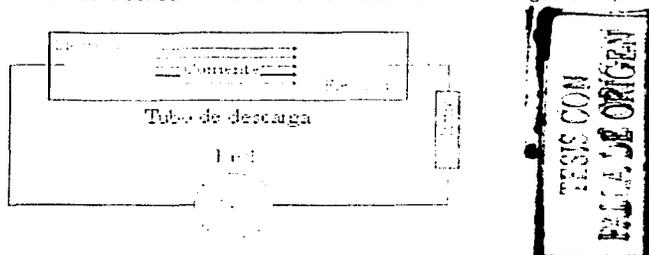
Ciclo del halógeno

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolleta se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro. Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W. Las lámparas halógenas se utilizan normalmente en alumbrado por proyección y cada vez más en iluminación doméstica.

LÁMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. Por eso, su uso está tan extendido hoy en día. La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes clases de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas.

Funcionamiento: En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.



En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas:

- La primera posibilidad es que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.
- La otra posibilidad es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible. Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre los estados inicial y final del electrón y los estados posibles no son infinitos, es fácil comprender que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.



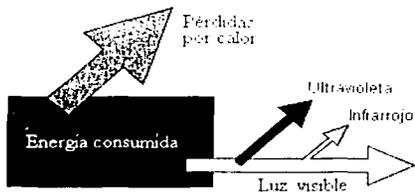
Relación entre los estados energéticos de los electrones y las franjas visibles en el espectro

La consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca (por ejemplo en las lámparas de sodio a baja presión es amarillenta). Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

Elementos auxiliares: Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de un elemento auxiliar: el balastro.

Los *balastros*, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

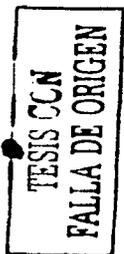
Eficacia.- Al establecer la eficacia de este tipo de lámparas hay que diferenciar entre la eficacia de la fuente de luz y la de los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento que depende del fabricante. En las lámparas, las pérdidas se centran en dos aspectos: las pérdidas por calor y las pérdidas por radiaciones no visibles (ultravioleta e infrarrojo). El porcentaje de cada tipo dependerá de la clase de lámpara con que trabajemos.



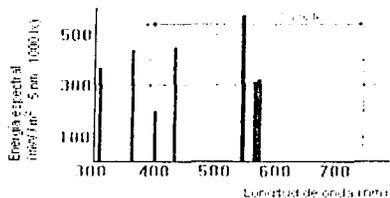
Balance energético de una lámpara de descarga.

La eficacia de las lámparas de descarga oscila entre los 19-28 lm/W de las lámparas de luz de mezcla y los 100-183 lm/W de las de sodio a baja presión.

Tipo de lámpara	Eficacia sin balastro (lm/W)
Fluorescentes	38-91
Luz de mezcla	19-28
Mercurio a alta presión	40-63
Halogenuros metálicos	75-95
Sodio a baja presión	100-183
Sodio a alta presión	70-130



Características cromáticas.- Debido a la forma discontinua del espectro de estas lámparas, la luz emitida es una mezcla de unas pocas radiaciones monocromáticas; en su mayor parte en la zona ultravioleta (UV) o visible del espectro. Esto hace que la reproducción del color no sea muy buena y su rendimiento en color tampoco.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Ejemplo de espectro de una lámpara de descarga.

Para solucionar este problema podemos tratar de completar el espectro con radiaciones de longitudes de onda distintas a las de la lámpara. La primera opción es combinar en una misma lámpara dos fuentes de luz con espectros que se complementen como ocurre en las lámparas de luz de mezcla (incandescencia y descarga). También podemos aumentar la presión del gas.

De esta manera se consigue aumentar la anchura de las líneas del espectro de manera que formen bandas anchas y más próximas entre sí. Otra solución es añadir sustancias sólidas al gas, que al vaporizarse emitan radiaciones monocromáticas complementarias. Por último, podemos recubrir la pared interna del tubo con una sustancia fluorescente que conviertan los rayos ultravioletas en radiaciones visibles.

Características de duración.- Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas. El primero es la depreciación del flujo. Éste se produce por ennegrecimiento de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.

El segundo es el deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y las fugas de gas en lámparas de alta presión.

Tipo de lámpara	Vida promedio (horas)
Fluorescente estándar	12,500
Luz de mezcla	9,000
Mercurio a alta presión	25,000
Halogenuros metálicos	11,000
Sodio a baja presión	23,000
Sodio a alta presión	23,000

Los factores externos que más influyen en el funcionamiento de la lámpara son la temperatura ambiente y la influencia del número de encendidos. Las lámparas de descarga son, en general, sensibles a las temperaturas exteriores.

Dependiendo de sus características de construcción (tubo desnudo, ampolleta exterior) se verán más o menos afectadas en diferente medida. Las lámparas de alta presión, por ejemplo, son sensibles a las bajas temperaturas por tener problemas de arranque. Por el contrario, la temperatura de trabajo estará limitada por las características térmicas de los componentes (200° C para el casquillo y entre 350° y 520° C para la ampolleta según el material y tipo de lámpara).

La influencia del número de encendidos es muy importante para establecer la duración de una lámpara de descarga ya que el deterioro de la sustancia emisora de los electrodos depende en gran medida de este factor.

CLASES DE LÁMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que éste se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

Lámparas de vapor de mercurio:

1. Baja presión:
 - a) Lámparas fluorescentes
2. Alta presión:
 - a) Lámparas de vapor de mercurio de alta presión
 - b) Lámparas de luz de mezcla
 - c) Lámparas con halogenuros metálicos

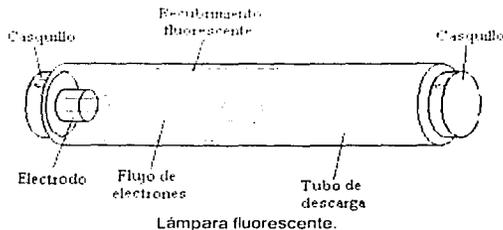
Lámparas de vapor de sodio:

- a) Lámparas de vapor de sodio de baja presión
- b) Lámparas de vapor de sodio de alta presión

Lámparas de vapor de mercurio (Baja Presión)

a) Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 2537 nm. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara. En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios. De la combinación de estos tres colores se obtiene una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.



Lámpara fluorescente.

Las lámparas fluorescentes se caracterizan por carecer de ampolleta exterior. Están formadas por un tubo de diámetro normalizado, normalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos. El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo y de la temperatura ambiente. Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara.



Balance energético de una lámpara fluorescente.

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5.000 y 7.000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, hecho que se incrementa con el número de encendidos, impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red. Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

Apariencia de color	T _{color} (°K)
Blanco cálido	3000
Blanco	3500
Natural	4000
Blanco frío	4200
Luz día	6500

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balastro y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada.

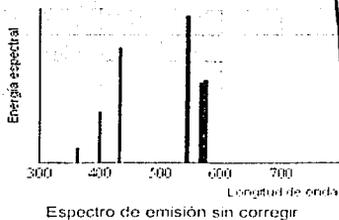
Últimamente han aparecido las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporado el balastro. Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de hasta el 70% de energía.

Lámparas de vapor de mercurio (Alta Presión)

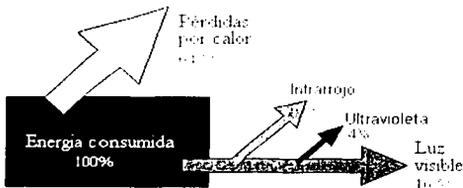
a) Lámparas de vapor de mercurio de alta presión

A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



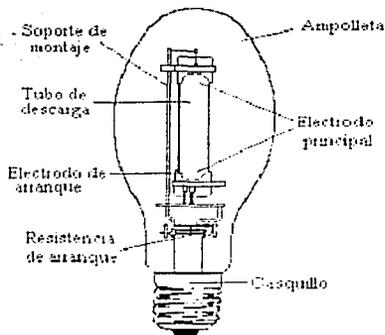
En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.



Balance energético de una lámpara de mercurio de alta presión

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

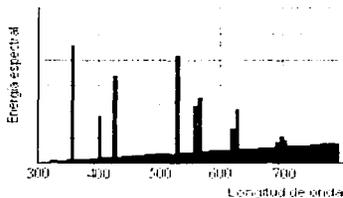
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Lámpara de mercurio de alta presión.

b) Lámparas de luz de mezcla

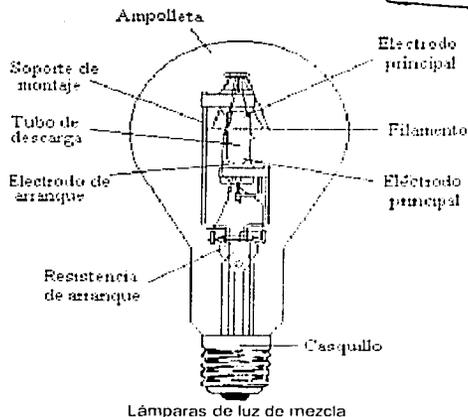
Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio de alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.



Espectro de emisión de una lámpara de luz de mezcla.

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 $^{\circ}\text{K}$.

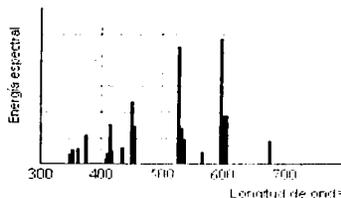
La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas.



Una particularidad de estas lámparas es que no necesitan balastro ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

c) Lámparas con halogenuros metálicos

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

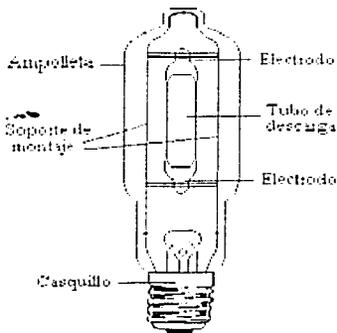


Espectro de emisión de una lámpara con halogenuros metálicos.

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo

necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



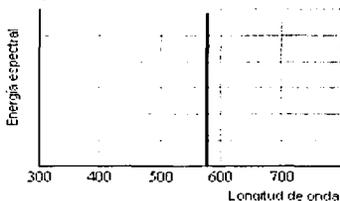
Lámpara con halógenos metálicos

Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, estudios de cine, proyectores, etc.

Lámparas de vapor de sodio

a) Lámparas de vapor de sodio de baja presión

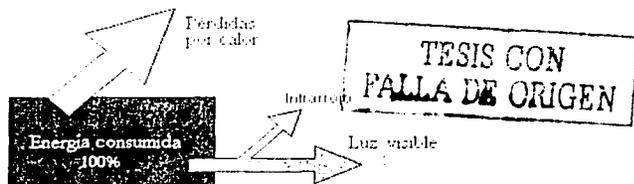
La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio de baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí.



Espectro de una lámpara de vapor de sodio de baja presión.

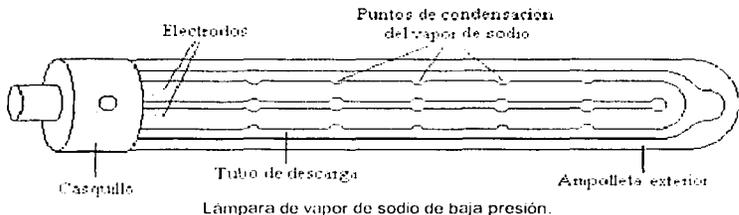
La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por el contrario, su

monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.



Balace energético de una lámpara de vapor de sodio de baja presión.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15,000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6,000 y 8,000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolleta exterior.



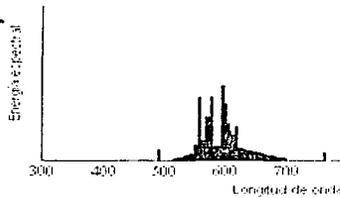
Lámpara de vapor de sodio de baja presión.

En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolleta en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).

El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.

b) Lámparas de vapor de sodio de alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

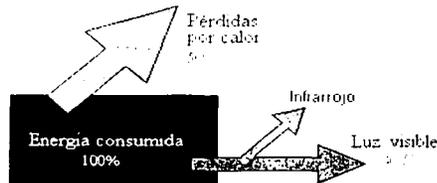


Espectro de una lámpara de vapor de sodio de alta presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{\text{color}} = 2100 \text{ }^\circ\text{K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión (IRC = 25, aunque hay modelos de 65 y 80).

No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

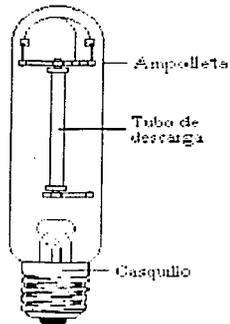


Balance energético de una lámpara de vapor de sodio de alta presión.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20,000 horas y su vida útil entre 8,000 y 12,000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampollita en la que se ha hecho el

vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.



Lámpara de vapor de sodio de alta presión.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SISTEMAS DE ALUMBRADO MÁS COMUNES

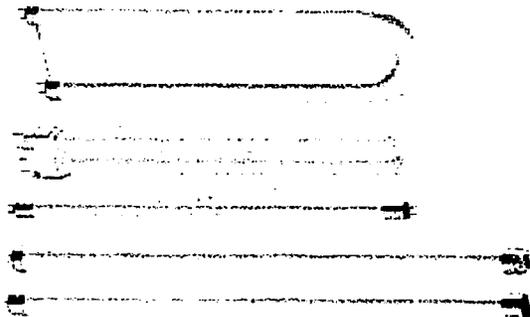
Los sistemas de alumbrado interior más comunes que se instalan en inmuebles, son los que se muestran en la siguiente tabla:

FLUORESCENTES	INCANDESCENTES
<ul style="list-style-type: none">• 2X32W, AI• 2X39W, AI• 2X75W, AI• 2X21W, AI• 2X40W, "U" AR• 2X40W, AR• 2X59W, AI	<ul style="list-style-type: none">• A19 (75 y 100W)• Reflector Tipo PAR (75 y 150W)• Halógenas (35 y 50W)• Reflector de cuarzo (300 y 500W)

AI: Arranque Instantáneo

AR: Arranque Rápido

En el mercado nacional existe una gran gama de lámparas fluorescentes, por lo que, mencionar cada una sería casi imposible, únicamente se muestran en el dibujo siguiente las lámparas fluorescentes que se ha observado que se encuentran comúnmente en los inmuebles; estas son: tipo "U", compacta fluorescente, lámparas fluorescentes tubulares T8 y lámparas fluorescentes T12.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Identificación de las lámparas fluorescentes

Las formas que pueden utilizar para identificar el tipo de lámpara que se tiene instalado en el sistema de iluminación del inmueble, son las siguientes:

- **Código de la lámpara:** Mediante el código se obtienen las características técnicas de la lámpara consultando el catálogo del fabricante.

Descripción del código de lámparas fluorescentes.

La forma de interpretar el código que se aparece en la lámpara es la siguiente:

Código FO15T8/830	Código FBO40T12/843
F Fluorescente	F Fluorescente
O Octic (Versión ahorradora)	B Tipo "U"
15 Potencia en watts	O Ahorradora
T8 Tubular y diámetro del tubo en octavos de pulgada (8/8=1 pulgada de diámetro)	40 Potencia en watts
8 Índice de rendimiento de color	T12 Tubular y diámetro del tubo en octavos de pulgada (12/8 = 1.5 pulgadas de diámetro)
30 3000 Temperatura de color (*K)	8 Índice de rendimiento de color
	43 4300 Temperatura de color (*K)

- **Dimensión del luminario:** Determinan el sistema instalado.

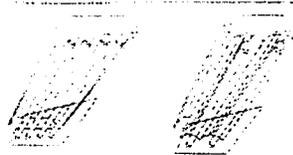
Con base a las dimensiones del luminario se determina el sistema de alumbrado que se tiene instalado, tal como se muestra a continuación:

Luminarios de 60x244 cm

- Cantidad de lámparas
4, 3 o 2
- Potencia de lámpara
75, 60 o 59 W

Luminarios de 60x122 cm

- Cantidad de lámparas
4, 3 o 2
- Potencia de lámpara
40, 39, 32 o 31 W



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Luminarios de 30x244 cm

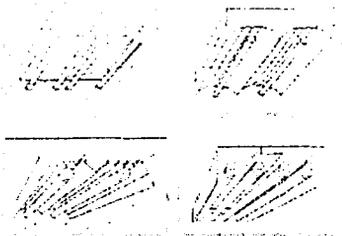
- Cantidad de lámparas
4 (B), 2 o 1 (A)
- Potencia de lámpara
75, 60 o 59 W (A)
40, 39, 32 o 31 W (B)

Luminarios de 30x122 cm

- Cantidad de lámparas
2 o 1 (A)
- Potencia de lámpara
40, 39, 32 o 31 W

Luminarios de 60x60 cm.

- Cantidad de lámparas rectas
4, 3 o 2
- Potencia de lámpara
20, 21 o 17 W
- Cantidad de lámparas en "U"
2 o 1
- Potencia de lámpara
40, 32 o 31 W

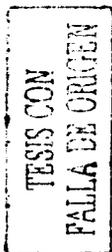


• Tipo de lámpara:

Determina el sistema instalado.

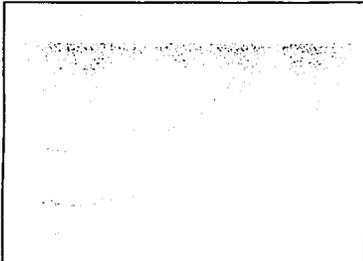
• Tipo de bases:

El tipo de base indica el tipo de encendido de la lámpara.



Lámparas compactas fluorescentes

Este tipo de lámparas se muestran en la siguiente figura, así como su clasificación:

	<ul style="list-style-type: none">❖ Sistemas integrales.- La lámpara junto con el balastro son una pieza, cuando falla uno de los elementos se reemplaza todo.❖ Sistemas modulares.- La lámpara y el balastro son independientes; por lo que, al momento de fallar un elemento éste se puede reemplazar.❖ Sistemas compuestos.- Es un sistema integral que se compone de lámpara, balastro y reflector o luminario.
---	--

Ventajas y limitaciones.

Las ventajas de las lámparas compactas son mayores que sus limitaciones, en la tabla siguiente se muestran las ventajas y desventajas.

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none">• Menor consumo• Mayor vida• Mayor confort• Menor costo de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Mayor costo inicial

b. Descripción del código de las lámparas compactas fluorescentes.

Las lámparas compactas fluorescentes tienen su propio código, el cual se muestra a continuación:

CF + (Forma) + (Designación de la base)

• CF compacta fluorescente

• Formas: T (tubo gemelo sencillo), Q (tubo gemelo doble), S (forma cuadrada) y M para cualquier otra forma.

• Bases: de catálogo de fabricantes.

Ejemplo de código:

CFT13W/GX23

Compacta fluorescente tubular de 13W base GX23

CFQ26W/G24d

Compacta fluorescente tubo gemelo doble de 26W base G24d

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Identificación de lámparas incandescentes

Mediante el código de la lámpara se obtienen las características técnicas de la lámpara.

Mediante la forma del bulbo se pueden determinar el tipo de lámpara.

- A19 (foco)
- R (reflector)
- PAR (reflector parabólico)
- MR (dicroica)



Identificación de las lámparas de alta intensidad de descarga (HID)

- Mediante el código de la lámpara se obtienen las características técnicas de la lámpara
- Mediante la forma del bulbo se puede determinar el tipo de lámpara
- Mediante la forma del tubo de arco se puede determinar el tipo de lámpara
- Mediante el color de la luz se puede determinar el tipo de lámpara
- Mediante el fosforado del bulbo se puede determinar el tipo de lámpara



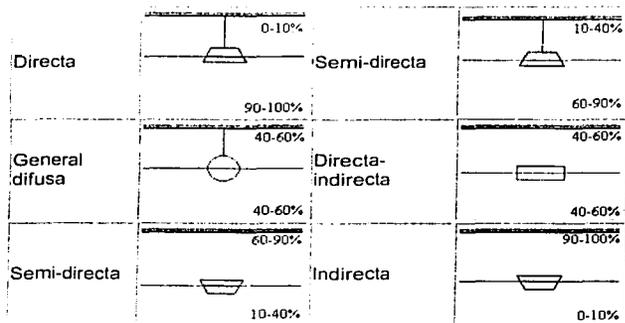
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

LUMINARIOS

Los luminarios son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, el luminario es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminario y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir los luminarios es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar el luminario y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

Una forma de clasificar los luminarios es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.



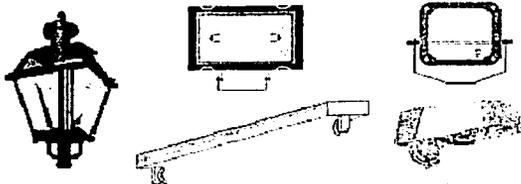
Clasificación CII¹ según la distribución de la luz

Otro aspecto a considerar en los luminarios es el mecánico ya que es importante tomar en cuenta el grado de protección contra el polvo, los líquidos y la resistencia a los golpes.

Otras clasificaciones posibles son según la aplicación a la que esté destinada el luminario (alumbrado vial, alumbrado peatonal, proyección, industrial, comercial, oficinas, doméstico) o según el tipo de lámparas empleado (para lámparas incandescentes o fluorescentes).

Tipos de luminarios más comunes:

- Luminarios para lámparas halógenas.
- Luminarios para lámparas incandescentes.
- Luminarios para lámparas decorativas.
- Luminarios para uso exterior.
- Luminarios para lámparas fluorescentes.
- Luminarios para lámparas HID.



Ejemplos de luminarios

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BALASTROS

Todas las lámparas que producen luz por medio de un arco eléctrico en un ambiente gaseoso requieren de un dispositivo externo que limite la corriente de operación. Debido a que el tubo de descarga de este tipo de lámparas tiene una impedancia negativa, si esta corriente no se controla seguiría incrementándose hasta destruir la lámpara. Este dispositivo externo se llama BALASTRO.

De acuerdo con las normas nacionales, un balastro " es un dispositivo que, por medio de inductancias o resistencias solas o en combinación, limita la corriente de las lámparas al valor requerido para su operación correcta y también cuando es necesario suministra la tensión y corriente de arranque; en el caso de balastros para lámparas fluorescentes de arranque rápido, también se encarga de suministrar la tensión para calentamiento de cátodos".

El balastro en general tiene como funciones:

- Proporcionar la tensión de encendido y operación de la lámpara.
- Limitar la corriente de operación de la lámpara.
- Proporcionar la energía necesaria con una mínima distorsión de la corriente.
- Corregir el factor de potencia.
- Amortiguar las variaciones de la tensión de línea.
- En algunos tipos reducir la radiofrecuencia producida normalmente por el conjunto lámpara-balastro.
- En circuitos de encendido rápido (ER) proveer un calentamiento continuo a los filamentos de la lámpara.

Clasificación de balastros

a. Clasificación de balastros por tipo de operación

Los balastros se clasifican por su tipo de operación en:

- Electromagnéticos
 - Convencionales
 - Baja energía (no recomendable)
 - Ahorradores y de alta eficiencia
- Híbridos
- Electrónicos
 - Discretos
 - Con circuitos integrados

b. Clasificación del balastro por tipo de lámpara

- Para lámparas fluorescentes y fluorescentes compactas
- Para lámparas de alta intensidad de descarga (HID)

c. Clasificación del balastro por tipo de encendido

- Encendido por precalentado
- Encendido instantáneo
- Encendido rápido

d. Identificación del balastro

- Mediante el código del balastro se obtiene todas las características técnicas de balastro y del sistema.

e. Identificación del balastro por el número de cables

- Sistema de encendido instantáneo (3 cables por lámparas).
- Sistema de encendido rápido (4 cables por lámpara).

DISPOSITIVOS DE CONTROL

Los controles para iluminación pueden ser manuales o automáticos y locales o centralizados, también pueden ser estáticos o dinámicos, a través de sensores de presencia con rayos infrarrojos o ultrasonido, con fotoceldas o a través de un equipo de comunicaciones por hilo piloto o inalámbrico.

La aplicación depende de variables tanto técnicas como económicas. La elección depende tanto de características físicas de la instalación (por ejemplo: aportación de luz natural) como de hábitos de consumo.

Los costos de estos controles depende del país de procedencia de la tecnología usada. La vida útil es uno de los factores más difíciles de determinar, pero se estima en 20 años bajo condiciones normales de operación. Este valor se puede reducir drásticamente si la instalación es defectuosa, si la temperatura y vibración son excesivas, si la regulación es pobre, etc.

Cuando la selección y la aplicación se realizan adecuadamente, el uso de controles incide favorablemente sobre el consumo, la demanda máxima, la carga térmica, el mantenimiento, etc.

Típos de controles:

- Sensores de presencia de montaje en pared.
- Sensores de presencia de montaje en techo.
- Temporizadores programables.
- Regulador de voltaje (Dimmer).

2.5 PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA REALIZAR UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

El objetivo del presente artículo es servir como una herramienta de trabajo en el proceso de levantamiento de información con el fin de llevar a cabo un diagnóstico energético en el sistema de iluminación interior.

Esta herramienta de trabajo integra los conceptos básicos y las técnicas para el levantamiento de información, que permiten evaluar el uso de la energía en lo que se refiere a edificios de oficina con el fin de proporcionar las medidas orientadas al ahorro que hagan evidentes los beneficios energéticos, económicos y ecológicos.

Para realizar un cambio en el sistema de iluminación se buscará primero realizar un diagnóstico energético con el propósito de identificar algunos de los siguientes elementos.

- a. Eficiencia energética actual del inmueble.
- b. Potenciales de ahorro de energía eléctrica.
- c. Estimación de la eficiencia energética posterior a la implantación de medidas de ahorro de energía.
- d. Estimación de la inversión requerida para la implantación de medidas.
- e. Tiempo de recuperación de la inversión a valor presente.

Respecto a los alcances generales del diagnóstico energético, éste abarcará los siguientes puntos:

Facturación eléctrica

Análisis de cada uno de los conceptos de la facturación eléctrica para identificar posibles medidas de ahorro de energía, por ejemplo: determinación del comportamiento energético del inmueble a través de los recibos de energía eléctrica.

b. Eficiencia energética del inmueble

Determinación de los índices energéticos actuales y posteriores a la implantación de medidas, a través de la relación energía eléctrica consumida (facturada y censada) con respecto al área construida del inmueble.

c. Equipamiento

Evaluación de las diferentes alternativas tecnológicas por medio de un estudio técnico y económico, con base en el censo de equipos de iluminación.

d. Informe

Reporte final con los resultados del diagnóstico energético, medidas técnicas y económicamente viables, montos de inversión y tiempos de recuperación.

e. Asistencia técnica

Para la ejecución de la metodología, interpretación de los resultados e implantación de las medidas recomendadas, la Conae ha diseñado e instalado un sistema de asistencia técnica en línea por medio del correo electrónico y a través de la red telefónica nacional.

De las actividades necesarias para realizar el estudio energético propuesto, podemos mencionar primero que se tendría que realizar el levantamiento de datos; y por otro lado, analizar la información y proponer medidas de ahorro de energía mediante un reporte.

Descripción de las etapas del diagnóstico energético:

a. Levantamiento de datos

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

1. Datos básicos del inmueble
2. Datos de facturación de energía eléctrica
3. Zonificación de áreas
4. Equipos de alumbrado

b. Análisis de la información

Verificación y validación de la información adquirida. En caso de existir dudas o incongruencias en la información, se procederá a corregir o aclarar los errores.

c. Evaluación de alternativas de ahorro

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

Adicionalmente como parte del proceso del diagnóstico energético es importante establecer las características de iluminación de los centros de trabajo, de tal forma que éstas no sean un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

La Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999 establece los niveles de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, los cuales se pueden apreciar en la siguiente tabla:

TABLA 1. NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores, almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pañolera.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

Para establecer los niveles de iluminación adecuados a cada área de trabajo, primero es necesario realizar un reconocimiento de las áreas y puestos de trabajo que cuenten con una deficiente iluminación o que presenten deslumbramiento, para lo cual se deben considerar los reportes de los trabajadores y realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde haya trabajadores, así como recabar la información técnica y administrativa que permita seleccionar las áreas y puestos de trabajo por evaluar.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La información que debe recabarse y registrarse es la siguiente:

- a) plano de distribución de áreas, luminarias;
- b) descripción del proceso de trabajo;
- c) descripción de los puestos de trabajo;
- d) número de trabajadores por área de trabajo.

A partir de los registros del reconocimiento, se debe realizar la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas o puestos de trabajo.

También se debe determinar el factor de reflexión en las áreas y puestos de trabajo, y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la siguiente tabla:

TABLA 2. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXION

CONCEPTO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXION Kf
TECHOS	90%
PAREDES	60%
PLANO DE TRABAJO	50%
SUELOS	50%

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en las áreas y puestos de trabajo, cuyo Kf supere los valores establecidos en esta tabla.

La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación. Se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación.

La evaluación debe realizarse y registrarse al menos cada dos años o antes si se modifican las tareas visuales, el área de trabajo o los sistemas de iluminación.

Si en el resultado de la evaluación se observa que los niveles de iluminación en los puntos de medición para las tareas visuales o áreas de trabajo están por debajo de los niveles indicados en la tabla 1 o que los factores de reflexión estén por encima de lo establecido en la tabla 2, se debe dar mantenimiento, modificar el sistema de iluminación o su distribución y, en caso necesario, instalar la iluminación complementaria o localizarla donde se requiera de una mayor iluminación, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador;
- b) seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
- c) evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad;
- d) evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

Se debe elaborar y cumplir un programa de implantación de las medidas de control a desarrollar.

Una vez que se han realizado las medidas de control, se tiene que realizar una nueva evaluación, para verificar que las nuevas condiciones cumplen con lo establecido en la NOM-025-STPS-1999.

Capítulo 3

ELEVADORES

3.1 MODERNIZACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA EN ELEVADORES

El hombre, en algún momento de su historia necesitó construir edificios con varias plantas. En ese momento surgió la necesidad de buscar un medio de transporte vertical de carga.

Los primeros elevadores utilizados se basaban en poleas y engranajes movidos por tracción humana o animal. Civilizaciones como el Imperio Romano dejaron huellas en sus ruinas, de huecos para plataformas móviles utilizados para elevar cargas.

A inicios del siglo XIX, aparecen los primeros elevadores movidos por vapor, pero el concepto moderno de elevadores, apareció hasta la invención de un sistema que frenase a la cabina, garantizando la seguridad, en caso de rotura de los cables tractores.

El primer elevador seguro para personas data de la segunda mitad del siglo XIX. En el año de 1854, Elisha Graves Otis hizo una demostración pública en el Palacio de Cristal de Nueva York: elevó su elevador una cierta altura y cortó el cable de sustentación como muestra de la seguridad de su aparato. Su elevador hidráulico disponía de un sistema de seguridad consistente en una cabina con trinquetes que unos resortes obligaban a engranar con muescas dispuestas a los lados del foso del elevador en el momento en que se rompía el cable. El 23 de marzo de 1857 instaló el primer elevador para personas en los Grandes Almacenes E.V. Haughwout Co., un edificio de 5 plantas en la ciudad de Nueva York. El equipo era movido por una máquina de vapor y era apto para elevar 450 Kg a 0.2 m/s.

El primer elevador eléctrico hizo su aparición en 1889, en el Demarest Building de Nueva York. Fue una modificación directa del primitivo elevador con tambor accionado a vapor, pero sustituyendo esta fuente de energía por la eléctrica mediante un motor de corriente continua. Este elevador continuó en servicio hasta 1920, año en que se demolió el edificio. El primer elevador con pulsador automático de llamada se instaló en 1894.

Durante el siglo XX se han ido desarrollando los sistemas de elevadores hasta tener en la actualidad como el medio de transporte más usado y seguro del mundo.

Los elevadores más rápidos del mundo están instalados en la Landmark Tower en Yokahama (Japón). Este rascacielos, que se acabó de construir en 1993, tiene 296m de altura y se compone de 74 pisos. Consta de 59 elevadores que recorren el edificio a una velocidad de 12.5 m/s (45km/h). El recorrido desde el segundo piso hasta el piso 69, aproximadamente 280m, se realiza en 40s aproximadamente.

Sofisticados algoritmos de optimización de tráfico vertical basados en sistemas de inteligencia artificial gobiernan lo 59 elevadores y obtienen tiempos de espera mínimos. El motor de tracción sin reductor permite alcanzar éstas velocidades y reducir al máximo el ruido del motor y las vibraciones. Con objeto de asegurar la maniobra de frenado, se llevaron a cabo numerosas simulaciones mediante ordenador y ensayos en caída libre. Con el objeto de reducir la vibraciones laterales y el ruido, se puso especial énfasis en el

diseño de las guías y de los apoyos de la cabina sobre las guías, y se instalaron paredes con doble aislamiento en el hueco.

En los elevadores, existen muchas oportunidades de ahorro de energía utilizando motores de alta eficiencia. En particular, para el edificio en estudio se propone la sustitución de los elevadores estándar que actualmente se tienen y que utilizan motores de una eficiencia de alrededor de 80% por elevadores que utilizan motores de alta eficiencia, alrededor del 90%. La instalación de variadores de velocidad es otra oportunidad de ahorro de energía, los cuales hacen que los motores consuman la energía mínima necesaria para cada carga determinada.

3.2 TÉCNICAS DE CONTROL DE ELEVADORES Y MOTORES DE ALTA EFICIENCIA.

Llamamos elevador a un vehículo electromecánico que hace posible el transporte vertical de cargas de una manera cómoda, rápida y segura.

Un elevador realiza un recorrido promedio de 900 km anuales y transporta en ese período a más de 175,000 personas, lo que le convierte en el medio de transporte más usado en el mundo.

Esta es la razón por la que se exige un control riguroso y una normativa que garantice la seguridad de los usuarios.

En México está la Norma oficial Mexicana para la fabricación de elevadores, así como las instrucciones técnicas complementarias.

CLASES DE ELEVADORES

Los elevadores se pueden clasificar en dos tipos:

1. Elevadores Hidráulicos

Son aquellos en los que el movimiento de la cabina, se consigue mediante un pistón impulsado por aceite que es bombeado por una central hidráulica.

2. Elevadores Eléctricos

En estos elevadores el movimiento se consigue mediante un motor eléctrico que hace girar una polea motriz. Esta polea mueve el cable de tracción que trasladan la cabina. Estos elevadores son en la actualidad los más utilizados en el mundo.

PARTES PRINCIPALES DE UN ELEVADOR ELÉCTRICO

Se pueden distinguir las siguientes partes:

1. El cuarto de máquinas
2. El cubo de recorrido
3. La cabina

CUARTO DE MÁQUINAS

Está situado en la parte superior del recorrido y en él se encuentran los siguientes elementos:

- La máquina o grupo tractor.
- El cuadro de maniobra.
- El limitador de velocidad.

Anteriormente, se instalaban muchos cuartos de máquinas en los sótanos. Ello requería un cuarto de poleas en la parte alta del hueco. Por razones de simplicidad y ahorro de energía esta disposición está hoy en desuso.

A principios de los noventa, se iniciaron programas de investigación y desarrollo por parte de las empresas de fabricación de elevadores más importantes del mundo que han culminado en conceptos de instalaciones de elevadores que no precisan cuarto de máquinas.

Los primeros modelos sin cuarto de máquinas, presentados en 1996, incorporaban un motor síncrono de imanes permanentes integrado en el propio sistema de tracción. Los elevadores sin cuarto de máquinas de hoy en día alcanzan los 8 m/s de velocidad y tienen capacidades de elevación de pasajeros superiores a los 1,800 Kg.

Un concepto clave para el desarrollo de este tipo de elevadores ha sido la invención y puesta a punto del denominado motor axial síncrono de imanes permanentes. Estos motores, de muy reducidas dimensiones, se acoplan a la polea de tracción con enormes ventajas de rendimiento, reducción de ruido y vibraciones y, finalmente, traen consigo la posibilidad de eliminar el cuarto de máquinas.

LA MÁQUINA O GRUPO TRACTOR

La máquina mueve el elevador a lo largo del hueco. Está compuesto por un bloque formado por un motor eléctrico acoplado a un reductor. Este reductor tiene la función de bajar las altas revoluciones del motor de corriente alterna para poder mover la polea tractora a la velocidad nominal requerida en la cabina.

Cuando la cabina llega a la planta deseada, el motor se detiene y un electro-freno detiene la máquina.

Las máquinas más usadas, son las que disponen de dos velocidades. La segunda velocidad, más lenta, actúa momentos antes de la parada; así se consigue una parada más suave y por lo tanto más confortable y segura.

En la actualidad se instalan máquinas dotadas de Control de Voltaje y Frecuencia Variables que consiguen suaves arranques y paradas que aseguran una precisa nivelación en planta, aumentan el confort y ahorran energía.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN ELEVADOR ELÉCTRICO

Se pueden distinguir las siguientes partes:

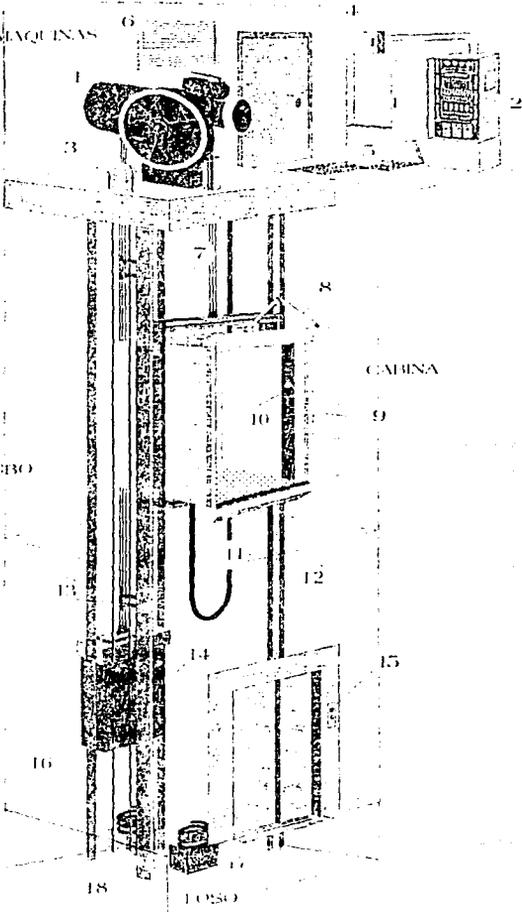
1. Máquina de Tracción
2. Cuadro de Maniobra
3. Limitador de Velocidad
4. Cuadro de Distribución Eléctrica
5. Trampilla
6. Rejilla de ventilación
7. Cables de Tracción
8. Operador de Puertas
9. Puertas
10. Botonera de Cabina
11. Cable Viajero
12. Guías de Cabina
13. Sensores de Piso
14. Contrapeso
15. Botoneras de piso
16. Guías de Contrapeso
17. Muelles de Impacto
18. Polea tensora del limitador de velocidad

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUARTO DE MAQUINAS

CUBO

CABINA



CUADRO DE MANIOBRA

El cuadro de maniobra es el cerebro del elevador y se encarga de ordenar que arranque o pare el motor, controla que las puertas del elevador estén cerradas antes de que éste se ponga en marcha, corta la corriente del motor en caso de emergencia, detecta las llamadas y mandatos de los usuarios y los memoriza hasta ser atendidas y supervisa todos los sistemas de seguridad de la instalación.

Los modernos cuadros de maniobra se basan en tecnología electrónica. Estos cuadros registran un bajo índice de averías, de hecho, los mismos cuadros de maniobra son los que se verifican e informan de la avería al técnico de mantenimiento.

Para que el cuadro pueda actuar tienen que estar informado de todo lo que ocurra en la instalación. Para ello, cuenta con una extensa red de líneas eléctricas y control, como si se tratara de un sistema nervioso central.

Maniobra

Es el programa que determina el comportamiento del elevador. La Maniobra más utilizada en elevadores es la Automática Simple o Universal, habitual en edificios destinados a viviendas. Su funcionamiento hace que el elevador realice el mismo tipo de servicio que un taxi, dando prioridad al usuario que viaja dentro de la cabina y atendiendo a otros usuarios cuando queda libre.

Otros tipos de maniobras memorizan las llamadas para ser atendidas en un orden preestablecido. Así, La Maniobra Colectiva en Bajada va recogiendo en sentido descendente a los usuarios que esperan en las plantas y La Maniobra Colectiva Selectiva, lo hace en ambos sentidos.

Cuando los elevadores se combinan en grupos, la maniobra gana en operatividad, reduciendo los tiempos de espera y aumentando la capacidad de transporte.

Por último las maniobras más sofisticadas utilizan Sistemas de Arquitectura Variable e Inteligencia Artificial. Estas maniobras detectan todos los tipos de tráfico posible que se dan en el edificio y se comportan de la manera más adecuada en cada caso. Se utilizan en grandes edificios de oficinas, hoteles, hospitales, etc.

En los edificios con un elevado número de plantas y varios elevadores es muy difícil determinar la estrategia óptima que permita dar un buen servicio en todo momento. Los continuos cambios en la demanda por parte de los usuarios provocan que no exista un algoritmo de control óptimo para cualquier situación. Técnicas de desarrollo reciente como las redes neuronales artificiales, la lógica borrosa o los algoritmos genéticos son empleadas cada vez con mayor frecuencia para gestionar grupos de elevadores que operan conjuntamente. Lo que se persigue es reducir el tiempo de espera de los usuarios y minimizar la potencia consumida por el sistema.

Cada una de estas técnicas parte de enfoques diferentes, formando parte de lo que se conoce como soft-computing. Las redes neuronales copian la estructura del cerebro –un gran número de neuronas simples densamente interconectadas- para, por ejemplo, generalizar su conocimiento y responder correctamente ante situaciones no planteadas en su aprendizaje. Por otra parte, la lógica borrosa imita la forma de razonar de los seres

humanos, capaces de tratar de una manera eficiente la información imprecisa. Su objetivo es proporcionar un soporte formal al razonamiento basado en lenguaje natural, ser capaz de obtener conclusiones a partir de las expresiones imprecisas que empleamos en nuestra vida diaria. Su aplicación es relativamente sencilla y poco costosa. Así, el sistema de control puede tomar decisiones a partir de un elevado número de factores sin incrementar mucho el costo y operando en tiempo real. Por último, los algoritmos genéticos se basan en la teoría de la evolución para alcanzar la mejor solución en problemas con un elevado número de variables. Las mejores características de algunas soluciones propuestas se combinan para tener cada vez soluciones mejores. Este enfoque resulta muy útil para encontrar las mejores soluciones a problemas con muy alta dimensionalidad, como la búsqueda del recorrido óptimo en situaciones de tráfico muy denso.

LIMITADOR DE VELOCIDAD

Es un elemento de gran importancia para la seguridad de los usuarios. Se encarga de detectar un posible aumento anormal de la velocidad de la cabina y, si esto sucede, acciona un sistema de frenado deteniendo el elevador. El diseño, fabricación, mantenimiento y pruebas periódicas de los limitadores deben ser realizadas bajo estricto control de calidad.

EL CUBO DEL ELEVADOR

Es el recinto por donde viaja el elevador. Suele ser cerrado aunque quedan muchos elevadores antiguos donde la cabina viaja por el cubo de la escalera. En ese caso, debe ir protegido mediante una malla de seguridad. La parte inferior del cubo del elevador es la fosa. Su función es dejar espacio suficiente para la cabina cuando ésta se encuentra en la parada más baja del edificio, para su mantenimiento.

En la fosa están los muelles de impacto que amortiguan a la cabina y al contrapeso en caso necesario. En la fosa debe de instalarse un interruptor de toma de corriente y corte de maniobra para que el técnico de mantenimiento pueda realizar con seguridad su trabajo.

Lineas eléctricas

Es un conjunto de líneas eléctricas que interconectan todas las botoneras de piso y señales con el cuadro de maniobra. Estas líneas se distribuyen con su correspondiente canalización por todo el cubo.

Elemento de Parada y Nivelación

Se encargan de controlar la ubicación de la cabina y suelen fijarse a las guías o a cuerdas especiales instaladas para este fin. Los finales de recorrido son los elementos que se colocan en los extremos del cubo y que informan al cuadro de maniobra de que la cabina ha llegado al fin del recorrido.

Cable viajero

El cable viajero, comunica la cabina con el cuadro de maniobra. Por este cable llega la alimentación eléctrica, el control de la botonera y la información que recogen los sensores de la cabina.

Guías

Son unas vigas verticales que tienen la función de guiar a la cabina y al contrapeso. Antiguamente eran de madera o de cables rígidos para los contrapesos. En la actualidad son perfiles de acero laminado. Las guías deben ser mantenidas y lubricadas periódicamente para que el viaje de la cabina sea suave, también deben estar debidamente plomadas para evitar vibraciones y holguras en la cabina.

Puertas del piso

Estas puertas pueden ser automáticas, semiautomáticas o manuales. Las primeras son las más rápidas y cómodas para el usuario. Además son las que menos se averían ya que todo su funcionamiento es automático. Todas las puertas de piso están dotadas de cerraduras, elementos importantes de seguridad.

Cerraduras

Todos los sistemas de seguridad están conectadas a la llamada cadena de seguridades. Cualquiera de los sistemas detiene el elevador en caso necesario. Este elemento de seguridad cumple la doble función de evitar de que una puerta pueda ser abierta si la cabina no esta estacionada en esa planta y de impedir que el elevador funcione si alguna puerta esta abierta.

Botoneras de piso

Son los pulsadores de cada piso que se utilizan para llamar al elevador. En la maniobra automática simple para edificios de viviendas, el pulsador está apagado cuando el elevador está libre. En maniobras colectivas con memoria, el pulsador se enciende cuando se oprime y memoriza la llamada hasta que acude el elevador.

Señales luminosas.

Tienen como fin informar a los usuarios de que el elevador está libre u ocupado, así como de la dirección que lleva. Por ello están dotados de indicadores luminosos, flechas direccionales, señales acústicas o de indicadores electrónicos de posición que informan en que piso está la cabina en cada momento.

CABINA Y CHASIS

La cabina es la parte del elevador que más conocen los usuarios. Está formada por paneles metálicos forrados interiormente por paneles decorativos que realzan la imagen del elevador.

La botonera de cabina es otro elemento importante de la misma ya que se encarga de recoger las órdenes de los usuarios.

La iluminación suele ser fluorescente y normalmente se complementa con un equipo de alarma e iluminación de emergencia para el caso de que falle el suministro de energía eléctrica.

El chasis de cabina es el armazón metálico que sustenta la cabina. En él va instalado el sistema de acuñamiento que frenará la cabina en caso de sobrevelocidad o rotura de cables tractores. En su parte superior se fijan los cables de tracción.

El chasis utiliza 4 rozaderas que conducen el elevador por las guías. Es importante que éstas no estén desgastadas para que el usuario que viaja en el elevador no note movimientos irregulares.

Quizá el elemento más importante de la cabina es su puerta. Los elevadores sin puerta pueden ocasionar accidentes. La norma actual de fabricación de elevadores obliga a instalar puertas en la cabina de los elevadores de nueva instalación, y cada vez más los países piden que se actualicen los elevadores antiguos con puertas en la cabina. Para permitir la apertura de puertas de piso, es condición necesaria que el elevador esté estacionado en planta.

Los cables de tracción que sostienen la cabina son de acero trenzado y están diseñados con un Coeficiente de Seguridad de 12 en los elevadores modernos.

La fijación de cada cable al chasis de cabina se realiza independientemente para aumentar la seguridad del elevador.

La seguridad de los cables de tracción es absoluta siempre que se encuentren en buen estado, si no es así, deben ser sustituidos.

Comentando un poco de historia, antiguamente los cables de los elevadores estaban hechos de cáñamo, con la revolución industrial se introducen los cables de acero, y muy recientemente, se han empezado a utilizar los cables de aramida, una amida aromática que corresponde a los nombres comerciales de kevlar o twaron, fabricados por Dupont y Akzo, respectivamente.

Los cables de aramida presentan ventajas significativas frente a los de acero, ofrecen la misma capacidad de carga pero su peso es 4 veces menor. Esto es de gran importancia, sobre todo en edificios muy altos, en donde el gran peso de los cables de acero requieren de cables de compensación cuando la cabina esta muy abajo o muy arriba

Además, el coeficiente de adherencia cable/polea es dos veces mayor que en caso del acero, lo cual favorece la tracción del cable y reduce la tendencia al deslizamiento. El radio de la polea requerido para un correcto funcionamiento del elevador es dos veces inferior, que en el caso del acero, lo cual representa ventajas importantes en lo que se refiere al cubo del elevador.

A lo anterior se añade, que la vida de un cable de aramida es 4 veces mayor que la de acero, y no presenta problemas de corrosión.

Por otra parte la conductividad eléctrica en el cable de aramida, se puede controlar, algo que no sucede con el cable de acero. El cable de aramida es en sí mismo, un sensor que nos indica a cada momento el estado del cable. A diferencia del de acero, podemos medir y controlar la conductividad eléctrica del cable. Si se registra una reducción en la sección transversal del cable, o cualquier otro problema relacionado con sus propiedades resistentes, se registra un cambio en su conductividad eléctrica de manera que, haciendo pasar una corriente eléctrica entre sus extremos, detectaremos en forma inmediata

cualquier eficiencia en la estructura del cable. Este aspecto, hace que el mantenimiento del cable de aramida sea mucho más preciso, sencillo y económico que el de acero. Los motores eléctricos son los responsables del 70 al 80% de la energía consumida en este tipo de edificios, esto significa que con los motores actuales estándar gran cantidad de energía eléctrica se está perdiendo.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES UTILIZADOS EN ELEVADORES, MOTORES DE ALTA EFICIENCIA.

La construcción y características de los motores con que van equipados, varían según sea la velocidad nominal del elevador y el servicio que debe proporcionar.

Se puede presentar el siguiente esquema:

- Motores de corriente alterna
 - a) Motores de una velocidad.
 - b) Motores de dos velocidades.
 - c) Motores con variador de frecuencia.
- Motores de corriente continua con convertidor alterna-continua.

En la siguiente tabla figuran las características de los motores generalmente empleados de acuerdo con la velocidad de aplicación de los elevadores.

Motores utilizados por los elevadores según: su velocidad, tráfico y aplicaciones.

Clase de instalación	Velocidad de régimen (m/s)	Motor
Edificios bajos de viviendas	Hasta 0.70	Con reductor y motor asíncrono de una velocidad
Edificios altos de viviendas y oficinas	Desde 0.70 a 1.0	Con reductor y motor asíncrono de dos velocidades.
Edificios de oficinas y comerciales, hospitales(montacamillas)	Desde 1 a 2.5	Con reductor y con variador de frecuencia o motor de corriente continua con convertidor c-a
Edificios de oficinas y comerciales con tráfico intenso.	Mayor de 2.5	Tracción directa y con variador de frecuencia.
Almacenes y talleres, montacargas o elevadores mixtos de grandes cargas, y a veces montacamillas de hospitales	Hasta 0.70	Con reductor y motor asíncrono de una o dos velocidades o con variador de frecuencia

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Motores de corriente alterna

Son los más utilizados, de hecho, la tendencia actual es que aumenta el número de instalaciones con motores de corriente alterna, mientras que disminuye el número de las que incorporan corriente continua, estas últimas mucho más costosas de mantener.

Los motores de corriente alterna, son de jaula de ardilla, pudiendo incorporar dos velocidades mediante la conmutación de polos.

a) Motores de una velocidad

Los motores de una velocidad, únicamente se utilizan para elevadores de velocidades hasta de 0.70m/s. La curva par-velocidad de un motor de estas características apenas deja margen para la variación de velocidad.

- El nivel de confort es bajo, aunque se utilizan para elevadores industriales de gran carga pero de velocidad muy reducida (de 0.2m/s a 0.3m/s), en general, la mayor aplicación de estos motores la tienen en los elevadores de viviendas de 320 kg o 4 personas, son de tipo económico por lo que los constructores han buscado soluciones más sencillas y de menor costo de fabricación. Las más empleadas son las siguientes:
- Con el eje de la polea de adherencia en voladizo. En este caso debe estar provisto el grupo tractor de un dispositivo que impida la salida de los cables.
- Con el rotor del motor montado en el mismo eje del sinfín y motor acoplado al cárter del reductor por medio de bridas. Con esta disposición se suprime el acoplamiento y la alineación de los ejes del motor y del sinfín, que siempre es delicada y expuesta a desajustes.
- Con motor de eje vertical.
- Con un motor especial, montado en posición horizontal o vertical, y cuyo estator está en el centro del motor y el rotor lo rodea exteriormente. El rotor está montado sobre el eje del sinfín y unido a él por una chaveta. El cilindro que rodea el rotor y lo protege sustituye o hace las veces de tambor del freno sobre el que actúan las zapatas. Los constructores de este tipo de motores le atribuyen ventajas de economía y sencillez de montaje.

En la tabla siguiente se presenta las velocidades sincrónicas o teóricas en función del número de polos.

Velocidades sincrónicas de los motores de corriente alterna trifásicos según su número de polos

Número de polos	2	4	6	8	12	16	18	24
r.p.m.	3000	1500	1000	750	500	375	333	250

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se presentan las características de motores de corriente alterna de una velocidad, comerciales.

Características de motores de corriente alterna de una velocidad

Potencia (kw)	R.P.M.	$I_{m\acute{a}x} / I_{m\acute{i}n}$	$I_{m\acute{i}n}$ a 220 V (A)
3	1800	350	14
6.3	1800	350	28
8	1800	350	33
3.2	1800	350	15.5
4	1800	350	19
5	1800	350	22.5
3.2	1800	280	17.5
12.5	1800	280	20.5

b) Motores de dos velocidades.

Este motor es sencillo y actualmente más empleado que el de una velocidad, ya que por medio de la velocidad de nivelación se consigue un frenado con el mínimo de error. El confort aumenta con respecto al elevador de una velocidad.

Motores de este tipo se utilizan en elevadores de velocidades de régimen hasta de 1 m/s. Es común usarlos en elevadores de bajas cargas y montacargas de cargas elevadas. Para ello se equipan los motores trifásicos con polos conmutables, que funcionan a una velocidad rápida y a otra lenta según la conexión de los polos, obtenida automáticamente con un dispositivo que se introduce en el circuito de maniobra.

Características de motores de corriente alterna de dos velocidades

Potencia (KW)	R.P.M.	$I_{m\acute{a}x} / I_{m\acute{i}n}$ (%)	$I_{m\acute{i}n}$ Gran velocidad 220 V (A)	$I_{m\acute{i}n}$ Baja velocidad 220 V (A)
3.3	1800/375	350	17	17
4.4	1800/375	350	21	20
5.4	1800/375	350	24	23
6.7	1800/375	350	33	27
6.3	1800/333	350	28	29
8	1800/333	350	33	35
10	1800/333	350	40	40
12.5	1800/333	350	50	47
16	1800/250	350	66	64
20	1800/250	350	81	78
25	1800/250	350	100	98
25	1800/250	250	102	98
5	1800/333	280	25	24
6.3	1800/333	280	31	29
8	1800/333	280	38	35
10	1800/333	280	47	40
12.5	1800/333	280	57	47

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Por lo demás, los motores son de ejecución similar a los de una velocidad, y se construyen para una velocidad elevada de 1800 r.p.m. y velocidades bajas de 250 r.p.m. (24 polos), 333 r.p.m. (18 polos) y 375 r.p.m. (16 polos).

Las velocidades que figuran en la tabla anterior son las teóricas sincronas, pero como los motores son asincronos y su movimiento tiene un cierto deslizamiento con respecto al teórico, las velocidades reales son menores. Por ejemplo, para los motores que más se emplean, que son los de 4 y 18 polos, sus velocidades reales son 1450 y 325 r.p.m., aproximadamente.

Estos motores son de funcionamiento seguro, capaces de soportar tráfico intenso en elevadores, por lo que su aplicación crece cada día paralelamente con la creciente instalación de elevadores de velocidades por debajo de 1 m/s.

c) Motores con variador de frecuencia.

En el motor de un elevador, es de gran utilidad disponer de accionamientos capaces de trabajar en un amplio rango de velocidades. Una de las más relevantes innovaciones en el control de motores para elevadores durante los últimos años, consiste precisamente en incorporar un variador de frecuencia en el motor de corriente alterna.

Se utilizan con reductor para velocidades hasta 2.5 m/s y cargas máximas de 2,500 kg. La parada se hace en este caso a nivel de piso, sin micronivelación con lo que se reduce el tiempo de marcha y aumenta la capacidad en lo que se refiere al tráfico.

Se pueden obtener velocidades hasta de 5 m/s y cargas hasta de 2,000 kg, suprimiendo el reductor. En este caso se regula totalmente la aceleración, deceleración y velocidad. La parada es directa a nivel de piso.

Analizando el motor de inducción desde esta perspectiva, existen varias posibilidades para modificar su velocidad. Una de ellas es la inserción de resistencias retóricas, que como es sabido, requiere de un motor de rotor bobinado cuyo costo y mantenimiento es elevado.

Otra alternativa es la variación de la frecuencia de alimentación. Esta aplicación ha requerido en el pasado la utilización de convertidores de frecuencia rotativos. Sin embargo, la evolución de los semiconductores en los últimos años ha permitido desarrollar convertidores de frecuencia estáticos cada día más competitivos.

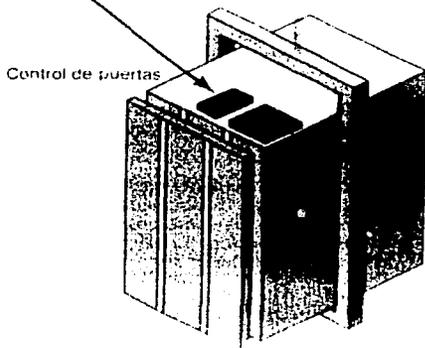
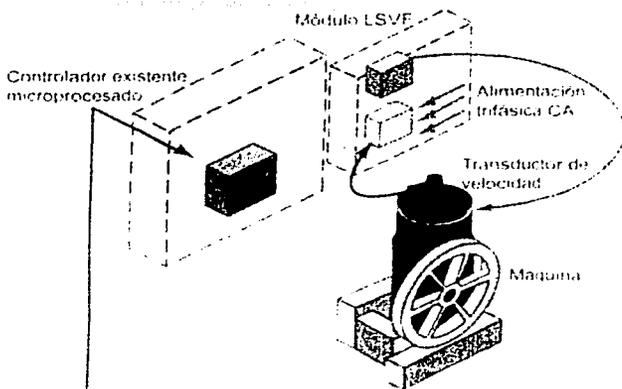
Los sistemas compuestos por convertidor de frecuencia y motor de jaula permiten el uso de un accionamiento de corriente alterna, a velocidades variables con un motor robusto, seguro y de mínimo mantenimiento.

Así, en el mercado de los accionamientos a velocidad variable se observa un aumento cada vez mayor de los accionamientos de corriente alterna, mientras que los de corriente continua, que han sido utilizados tradicionalmente para este tipo de aplicaciones, permanecen estancados o incluso están decreciendo.

Estos motores están fabricados de manera especial para reducir sus pérdidas. Para lograrlo diversos fabricantes, han realizado varias acciones entre las que se encuentran:

- Utilización de acero con mejores propiedades magnéticas.
- Reducción del entrehierro.
- Reducción del espesor de la laminación.
- Incremento en el calibre de los conductores.
- Utilización de ventiladores y sistemas de enfriamiento más eficientes.
- Utilización de mejores materiales aislantes.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Motor con variador de frecuencia.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El resultado ha sido el disponer de motores con pérdidas de hasta un 45% menores que la de los motores estándar. En la tabla siguiente se muestra la comparación por consumo de energía, para un motor de 50 HP, considerado en un periodo de vida útil de 20 años.

BASE DE COMPARACIÓN	MOTOR ESTANDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA	DIFERENCIA
Precio de compra en (\$)	28,540.00	34,248.00	5,708.00
Eficiencia en (%)	89.5	93.6	4.1
Pérdidas en (%)	10.5	6.4	4.1
Costo anual de energía en (\$)	95,785.00	91,586.00	4,199.00
Costo anual de pérdidas en (\$)	10,061.00	5,862.00	4,199.00
Costo de la energía en 20 años en (\$)	1,915,700.00	1,831,720.00	83,980.00
Costo de pérdidas en 20 años en (\$)	201,220.00	117,240.00	83,980.00

Motores de corriente continua con convertidor de alterna – continua.

Aunque la tendencia es que los motores utilizados en elevadores sean de corriente alterna por su bajo costo de mantenimiento, existen aún en el mercado motores de corriente continua para este fin. En este caso, la corriente continua rectificadora se regula mediante un dispositivo electrónico, como se verá a continuación:

En estos equipos, la regulación de la tensión de corriente continua rectificadora se realiza por medio de un equipo formado por un dinamo tacométrica, un programador, un comparador y un amplificador electrónico, que actúa sobre dos grupos rectificadores, en grupo de carga positiva, en que la máquina funciona como motor, y otro para carga negativa en que la máquina, funciona como generador.

También en este equipo el freno mecánico no interviene más que para mantener parado el elevador una vez detenido, o para parada de emergencia.

Se recomienda que los motores de corriente alterna o continua alimentados y controlados por elementos estáticos, deben accionarse y pararse empleando uno de los dos procedimientos siguientes:

- a) Dos contactores independientes que corten la llegada de la energía al motor. La instalación debe disponer de un circuito de redundancia entre ambos contactores, que impida un nuevo arranque, en el caso que durante una parada del ascensor, no hubiera abierto uno de los contactores sus contactos principales.
- b) Un sistema que comprenda.
 1. Un contactor que corte la corriente eléctrica en todos los polos. La bobina del contactor debe ser desconectada, al menos antes de cada cambio de sentido de viaje. Si el contactor no cae, debe disponer la maniobra de manera que haga imposible un nuevo arranque, por lo menos hasta el próximo cambio de sentido de viaje.
 2. Un dispositivo de control que bloquee el flujo de energía en los elementos estáticos.
 3. Un dispositivo de control para la comprobación de bloqueo del flujo de energía eléctrica, durante la parada del elevador.

Si durante una parada anormal, el bloqueo de los elementos estáticos previstos en 2, no es efectivo, el dispositivo de vigilancia previsto en 3, debe hacer caer el contactor, e impedir un nuevo arranque del elevador.

3.2.2 TECNOLOGÍA DE CONTROL DE ELEVADORES CON MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

Una vez determinada la velocidad, ubicación del cuadro de elevación, número de cabinas y capacidad del sistema, se debe implementar el sistema de control adecuado para que el sistema funcione como lo planeamos.

Las variables a controlar son: velocidad de viaje de un piso a otro, medio y velocidad de apertura y cierre de puertas, determinación del tiempo para la entrada y salida de pasajeros, exactitud en el posicionamiento al mismo nivel que el piso, la señalización visual del piso en que se encuentra, registro del peso de la carga, registro de ordenes de usuarios, etc

El sistema de control del movimiento.

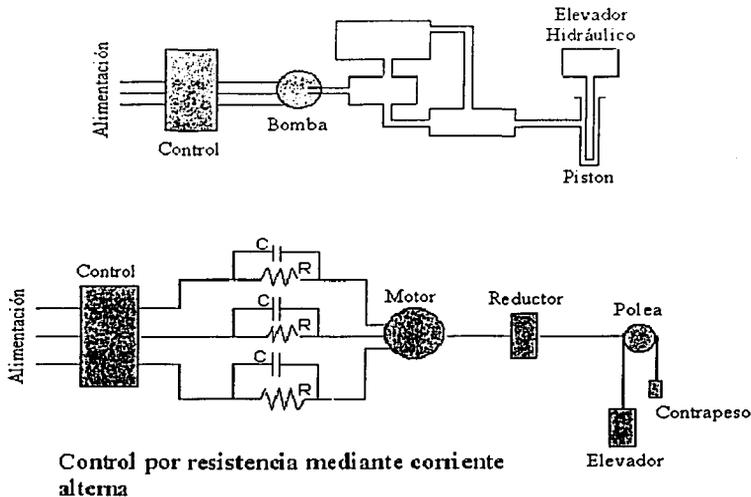
Una parte importante del sistema de control es como se aplica la potencia al elevador para controlar su puesta en marcha, su aceleración, su velocidad de cruce, su deceleración, alineación con el piso y frenada. Este sistema será denominado como Sistema de Control de Movimiento.

Existen cuatro tipos de control de movimiento:

- Corriente alterna con una o dos velocidades.
- Control mediante generador.
- Varios tipos basados en dispositivos electrónicos.
- Variador de frecuencia.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El control por resistencia mediante corriente alterna se usa para poner en marcha la bomba-motor de un elevador hidráulico usándose también en el elevador eléctrico para controlar la puesta en marcha del motor de tracción del elevador. Se dispone de un sistema de resistencias en paralelo entre el motor y el control para reducir la corriente de arranque del motor (ver la siguiente figura). El control de tipo corriente alterna se usa en motores de velocidad baja (hasta 0.5 m/s); la frenada se lleva a cabo desconectando el motor y aplicando el freno consiguiendo una precisión de ± 50 mm dependiendo de la carga del motor.



La aplicación de este tipo de control mediante corriente alterna se limita para edificios de hasta 6 pisos, montacargas y elevaplatos.

El control por generador consiste en el suministro de un voltaje variable a la corriente continua del motor de tracción. Las características de esta corriente continua son dos:

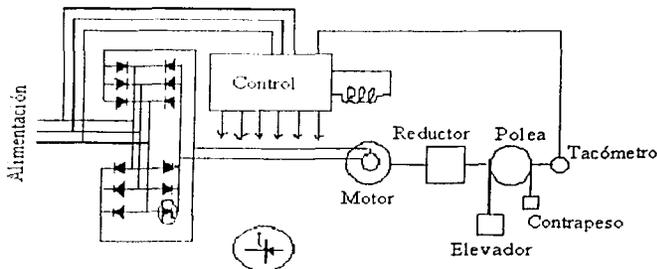
- Presenta un par que es capaz de accionar al motor suavemente en el arranque.
- Absorbe la inercia de la masa en movimiento y por regeneración puede detener la cabina con una suave desaceleración. El sistema de parada es independiente del motor absorbiendo toda la energía el sistema eléctrico.

Este sistema consiste en un motor de tracción accionado por corriente continua y la polea de tracción al que puede estar conectada directamente o a través de una transmisión. El motor de tracción puede estar regulado por un generador accionado por corriente continua o por una serie de rectificadores de control de silicio(SCR).

Con el control de movimiento de estado sólido, siendo el más usual el rectificador de control de silicio(SCR), la fuente de variación de voltaje de corriente continua es la serie de SCR's donde la puerta controla la parte de la onda de corriente alterna que puede ser transmitida. El tacómetro genera una señal que es proporcional a la velocidad de la cabina. Esta señal es comparada con una señal de referencia contenida en el circuito de control y posteriormente es modificada por señales que indican que la cabina debe acelerar, desacelerar o funcionar a velocidad constante.

Cuando la cabina esta subiendo o bajando con una carga elevada de manera que puede sobrepasar el nivel de piso, el motor de tracción de corriente continua actúa como generador. Este voltaje es absorbido por los SCR a través de las puertas y devuelto a los alimentadores de potencia

La serie de doce SCR mostrado en la siguiente figura están dispuestos de tal manera que la potencia en corriente alterna fluye hacia la máquina en onda positiva sólo en tres SCR's. En onda negativa en otros tres SCR's y cuando la corriente es devuelta desde la máquina(carga elevada en el ascensor) una serie de SCR's conduce corriente a cada instante para complementar las características de onda de la potencia entrante y crear potencia en corriente alterna a partir de la potencia regenerada en corriente continua.



Control por rectificadores

El sistema de SCR mostrados en la figura anterior es un bucle cerrado, es decir, el tacómetro realimenta una señal al circuito de control para variar la señal de entrada al motor de tracción de corriente continua dependiendo de la velocidad de la cabina en comparación con una de referencia.

El control generador de la figura "Control por resistencia mediante corriente alterna" (pág. 84) es un bucle abierto, es decir, el circuito de control adicional consiste en un selector de piso o en interruptores en las guías responde ante una posición determinada del

TEXT CON
FALLA DE ORIGEN

elevador, y por el cierre de un contacto, acciona una señal en uno u otro sentido para controlar la dirección y el flujo de corriente continua que alimenta el motor de tracción.

Conforme el voltaje se incrementa en el motor de tracción, la cabina se acelera. De modo inverso cuando éste decrementa, la velocidad también disminuye hasta que el elevador se detiene completamente, y entonces el freno se acciona para detenerlo en ese piso. Cuando la carga es elevada, se ponen en marcha dispositivos de nivelación consistentes en la aplicación de pequeños voltajes al motor de tracción.

La regulación de la velocidad entre cabina sin carga y con carga máxima mediante un sistema de control por generador o por SCR debe estar entre $\pm 5\%$. Cualquier diferencia debe ser corregida por el sistema de control.

Variador de frecuencia.

Existen en el mercado controles inteligentes que dotan al usuario de un sistema de elevación en edificios de Calidad Total. El servicio que ofrece este sistema tiene las siguientes características:

- Viaje silencioso.
- Confortable.
- Se reduce el tiempo de espera del usuario evitando su irritación, mediante la aplicación del Proceso de Decisión Analítica de la base de datos almacenados. Se asegura un servicio equilibrado y uniforme impidiendo la concentración de cabinas en áreas concretas del edificio, una situación que es conocida como "agrupación". Como elemento básico del Sistema Lógico, la función espacio combina los datos de respuesta a llamadas con la posición de la cabina, la carga y la información direccional para realizar la mejor distribución de cabinas. Las llamadas susceptibles de tiempos de espera excesivos se identifican inmediatamente y las cabinas son reasignadas para atenderlas.
- El tiempo de espera del usuario se reduce aún en los periodos pico como: hora de entrada, almuerzo y salida.
- Pico en subida: Las funciones de picos en subida incluyen en llevar la(s) cabina(s) vacía(s) a la(s) planta(s) de entrada(s), dar prioridad a las llamadas de subida desde plantas de entrada variables y una función opcional de secuenciado. Los picos de subida puros raramente suceden pero cuando se dan, el sistema continúa supervisando todas las llamadas para asegurar un servicio equilibrado en todos los pisos.
- Dos direcciones y tráfico mixto: Durante un pico de tráfico en dos direcciones, la mayor parte del tráfico se origina o destina desde los pisos de entrada, creando una de las condiciones de mayor demanda a resolver por cualquier sistema de control. Además de los tiempos de respuesta a llamadas, el sistema considera los tiempos de los recorridos ya transcurridos y se adelanta a la situación de cabinas y llamadas coincidentes realizando los ajustes necesarios en la asignación de cabinas.
- Pico en bajada: Durante la hora del almuerzo y final del día, las llamadas de bajada reciben un servicio preferente. Parte del sistema ayuda a distribuir cabinas libres para comenzar el servicio en bajada desde niveles óptimos. Las cabinas están programadas para centrarse en las llamadas más urgentes dando como resultado la reducción de los recorridos y tiempos de espera.
- En la apertura y cierre de puertas se ajusta automáticamente la velocidad para proporcionar una operación más suave y confiable.

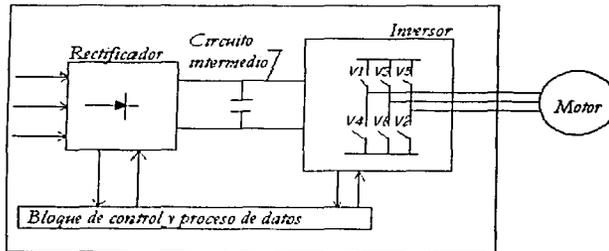
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Para la empresa, los elevadores de alta eficiencia tienen las siguientes ventajas:

- El sistema se desempeña de acuerdo a los cambios demandados por el edificio.
 - Cuentan con una amplia variedad de funciones estándar y opcionales para cumplir con los requerimientos de seguridad, conveniencia y control de los edificios modernos e inteligentes.
 - 100% reparable.
 - Menor consumo de energía eléctrica, gracias a la perfecta dosificación de energía que la Fuente de Potencia "Drive" suministra al motor, una vez que analiza la cantidad de pasajeros a transportar en la cabina, la distancia a recorrer, la velocidad a desarrollar y las condiciones de tráfico existentes en el edificio. Además, de que los requerimientos de potencia en cada arranque jamás excederán el 200 % de la corriente nominal, esto es de gran ventaja para la industria de la construcción.
- Gracias a que proporcionan la cantidad justa de potencia que requiere el motor en cada arranque, hay menos consumo de energía, lo cual reduce los costos de operación desde un 25 hasta un 40% comparados con equipos de dos velocidades, dependiendo de la cantidad, capacidad y velocidad de los elevadores que funcionen en grupo.

Principios básicos del variador de frecuencia

La mayoría de los convertidores de frecuencia trabajan según el principio básico indicado en la figura siguiente: la tensión alterna de la red (a 60 hz) alimenta, a través de un rectificador, a un circuito intermedio de corriente continua. Un convertidor situado en el circuito de salida invierte esta tensión continua intermedia, U_z, y la convierte, mediante la conmutación adecuada de los transistores V1 a V6 en un sistema de tensiones alternas trifásicas de frecuencia *f* y tensión *U* variables, es decir, opera como un rectificador invertido, al que se suele denominar inversor.



Esquema de un variador de frecuencia

El bloque de control realiza la regulación de tensión con respecto a la frecuencia, y asume las tareas de control, monitorización y protección, de modo que el sistema no puede ser sobrecargado.

Para frecuencia inferior a la nominal la tensión de salida del convertidor varía proporcionalmente a la frecuencia (los convertidores actuales permiten también otros patrones de variación de la tensión con la frecuencia), lo que supone, como luego se verá, que en este rango de frecuencias el motor trabaja a flujo aproximadamente constante.

A una determinada frecuencia, que suele ser la nominal del motor o muy próxima, la tensión de salida alcanza su valor máximo, que dependerá de U_z .

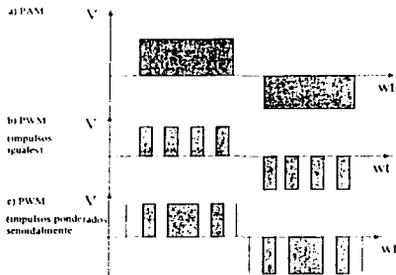
A frecuencias superiores a la anterior, la tensión de salida permanece constante e igual a su valor máximo, por lo que el motor en este rango trabaja a flujo decreciente.

Evidentemente la tensión de salida del convertidor ya no será senoidal, por lo que, además del fundamental, incorpora armónicos de orden superior.

Para ajustar la tensión de salida necesaria a una frecuencia dada se utilizan distintos procedimientos, los dos más comunes son:

- a) Conversión de la tensión continua constante, U_z , del circuito intermedio en una tensión continua variable, U_{z2} , de un segundo circuito intermedio mediante un troceador(chopper). En este caso el ajuste de tensión se realiza en el chopper y el de frecuencia en el inversor. Este procedimiento se conoce como modulación de la amplitud de pulso(Pulso Amplitude Modulation, PAM).
- b) Modulación de la anchura del pulso(Pulse Wide Modulation, PWM). Los ajustes de tensión y frecuencia se realizan en el inversor, que, actuando sobre los tiempos de conducción y bloqueo de los transistores, consigue que el valor medio del tren de impulsos de tensión generado sea el adecuado. Por lo tanto la amplitud de la tensión continua que se trocea es siempre la misma, lo que se controla es la anchura del pulso. Este método conduce a mayores pérdidas de conmutación que el anterior, pero permite reducir el contenido en armónicos de las ondas de corriente, además de no necesitar el segundo circuito intermedio. Por esta causa, su uso se está extendiendo velozmente, pueden ser de dos tipos: impulsos iguales o de impulsos ponderados senoidalmente.

En la figura siguiente se han representado, esquemáticamente, las ondas de tensión correspondientes a los sistemas (a) PAM, (b) PWM de impulsos iguales y (c) PWM de pulso ponderados senoidalmente.



ONDAS DE TENSIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los párrafos siguientes se determinará como evoluciona la característica mecánica del motor al ser alimentado desde el convertidor. No se considerarán aquí los efectos que producen los armónicos de orden superior al fundamental. Nos ocuparemos únicamente de la zona correspondiente a bajos deslizamientos, es decir, entre sincronismo y par máximo, ya que el punto de funcionamiento del motor deberá pertenecer a ella. Como se ha visto anteriormente, la forma de construcción del rotor no produce efectos apreciables en estas condiciones, por lo tanto, las consideraciones que se deduzcan serán generales para todos los tipos de motor.

El par desarrollado por un motor asincrono depende de la intensidad rotórica, I_r , y del flujo magnético en el entrehierro:

$$M \sim I_r \cos \phi^2$$

Para que no se supere la inducción máxima admisible, el valor del flujo deberá mantenerse igual o menor al valor definido por U_N y f_N . Es decir, admitiendo que la caída de tensión en la impedancia del estator es despreciable frente a la tensión aplicada:

$$U_N = E_{iN} = 4.44 N_1 X f_N \Phi$$

$$U_N / f_N = 4.44 N_1 \xi_1 \Phi \approx \Phi = \text{cte.}$$

Entonces podrá aumentarse la velocidad del motor, manteniéndose el flujo constante, siempre y cuando la tensión y la frecuencia varíen simultáneamente y en la misma proporción. Por lo tanto, el rango de operación entre frecuencia cero ($n_1=0$) y frecuencia nominal ($n_1 = n_1N$) viene definido por la condición:

$$U/f = \text{cte.}$$

Si la corriente rotórica no varía ni en módulo ni en argumento, el par desarrollado por el motor tampoco la hará. Por esta razón, la regulación a $U/f = \text{cte}$ se denomina "regulación a par constante".

Si, una vez alcanzada la tensión nominal del motor, se quiere incrementar aún más la velocidad, deberá incrementarse la frecuencia sin modificar la tensión. En este caso el flujo en el entrehierro disminuirá en la misma proporción en que se aumente la frecuencia, y en consecuencia, a corriente rotórica constante, el par se reduce, aproximadamente, en la misma proporción en que se aumenta la frecuencia, pero la potencia desarrollada permanecerá sensiblemente constante. Este será "el rango de operación a potencia constante".

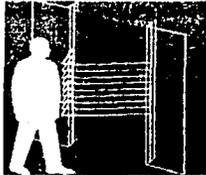
Control de puertas.

Es una función secundaria que controla las funciones de apertura y cierre de puertas, las puertas deben ser aceleradas, deceleradas y frenadas. Se recomienda limitar la energía durante estas operaciones en 0.25 joules y la fuerza que deben soportar sin abrirse en 13.6 kg.

Este límite es para puertas equipadas con equipos de protección de cierre de puertas, es decir, un mecanismo que cuando se desplaza, activa un interruptor que reapre la puerta o dispositivos electrónicos que invierten el sentido del movimiento cuando las puertas están cerrando u otros sistemas como ultrasonidos o dispositivos de aproximación electrónicos que detectan la presencia de un obstáculo en la trayectoria de la puerta al cerrarse y que invertirán el sentido del movimiento de la puerta para minimizar el impacto.

Los sistemas de operación deben establecer el tiempo que las puertas deben permanecer abiertas. Este oscila entre 2 y 3 segundos cuando corresponde a una llamada desde piso y entre 3 y 5 segundos cuando la llamada se hace desde cabina. Estos tiempos llegan a variar por el tipo de edificio y el nivel de tráfico

Se pueden instalar sofisticados sistemas de control de puerta, que pueden ejecutar el cierre de puertas en tiempos muy cortos después del tránsito de usuarios ya que un dispositivo fotoeléctrico colocado en la vía de entrada detecta que no haya más pasajeros en tránsito. En forma similar, prolongan los tiempos de apertura cuando detectan que el elevador está muy ocupado y que existen mas pasajeros en tránsito. Los sistemas más modernos están compuestos de un dispositivo de aproximación electrónico o un detector por ultrasonidos colocados en las puertas del elevador iniciando la maniobra de cierre en el mínimo tiempo de tránsito



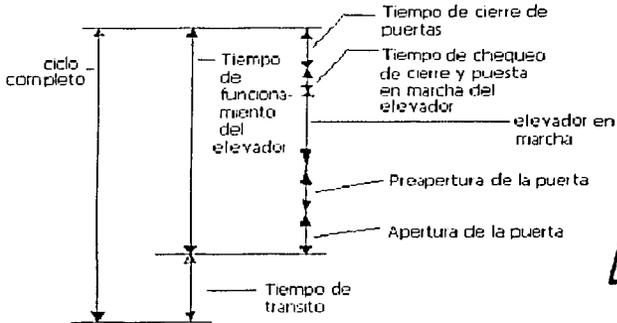
Detector por ultrasonido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Además del tiempo que transcurre desde que la puerta se abre hasta que se cierra, existe normalmente un periodo desde que el elevador se cierra hasta que inicia su marcha. Este tiempo es de 0.5 a 0.8 segundos y sirve para que el sistema de control se asegure de que las puertas están correctamente cerradas y ejecutar la orden de inicio de la marcha.

Las puertas deben comenzar a abrirse cuando el elevador está a punto de nivelarse con el piso dentro de los márgenes admisibles, asegurándose siempre que las puertas no se abran lo suficiente como para permitir el tránsito de usuarios hasta que el elevador no haya parado totalmente.

La combinación de todos estos tiempos permite tener el tiempo por ciclo completo según se indica en el siguiente diagrama:



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Desglose de tiempos en un ciclo completo de marcha de piso a piso de un elevador

Control de nivelación.

Un aspecto muy importante del funcionamiento de un elevador es la precisión con la que alcanza un determinado piso y se mantiene durante el tránsito de pasajeros. La operación debe ser directa, esto quiere decir, que el elevador debe detenerse en determinado piso dentro de las tolerancias especificadas ($\pm 7\text{mm}$). Si está previsto un aumento elevado de la carga, el sistema invertirá el sentido de la marcha para retroceder y colocarse al nivel adecuado o bien se detendrá con un cierto margen y comenzará la nivelación con antelación.

Una vez que el elevador se ha detenido y hay tránsito de pasajeros, el nivel del elevador debe mantenerse sin existir ningún movimiento perceptible, y en caso de existir éste debe ser siempre para acercarse al piso, nunca para alejarse.

3.2.3 TRÁFICO VERTICAL

El sistema de transporte vertical de un edificio debe responder perfectamente a las necesidades de movilidad vertical dentro de éste, sobre todo en las horas pico. En este sentido, un edificio se considera inaceptable en lo que se refiere al transporte vertical, si entre la planta de embarque (normalmente la planta baja) y el resto de las plantas la comunicación resulta ineficaz.

El conjunto de las exigencias de los usuarios del edificio, viene definido como "calidad de servicio". Uno de los niveles de calidad más percibido por el usuario es el tiempo de espera que una persona debe realizar frente al elevador para poder viajar en él.

Los técnicos de todo el mundo en materia de elevadores, han contribuido para hacer una norma internacional que regule y limite los tiempos de espera, fijando unos valores máximos admisibles en cada caso, en función de las características peculiares de cada edificio.

Para realizar un estudio de tráfico, debe tenerse en cuenta parámetros como son:

- destino del edificio.
- número de plantas.
- superficie por planta.
- distancia entre pisos.
- población de cada planta.
- situación de la parada principal.

Como puede verse, el análisis de tráfico resulta laborioso y complicado, debido a los múltiples parámetros que deben tomarse en cuenta, pero sin lugar a dudas imprescindible para definir una de las instalaciones fundamentales en un edificio.

3.2.3.1 Diagramas de tráfico por sectores.

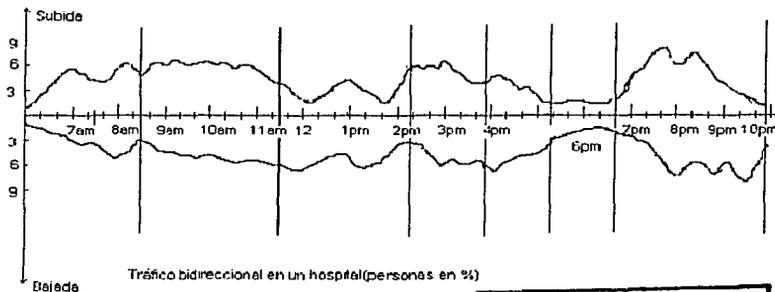
Como se mencionó anteriormente, uno de los aspectos más importantes cuando se diseña un sistema de transporte vertical, es el destino del edificio. Evidentemente un edificio de oficinas, uno de un colegio y otro de un hospital van a funcionar de forma totalmente diferente desde el punto de vista de tráfico, aunque su velocidad y carga nominales sean las mismas.

La forma más gráfica de estudiar el tráfico por sectores, es la representación de flujo de usuarios a lo largo de una jornada.

En seguida, se detallan los diagramas de flujo de usuarios a lo largo de una jornada en los siguientes casos:

a) Tráfico de personas en un hospital.

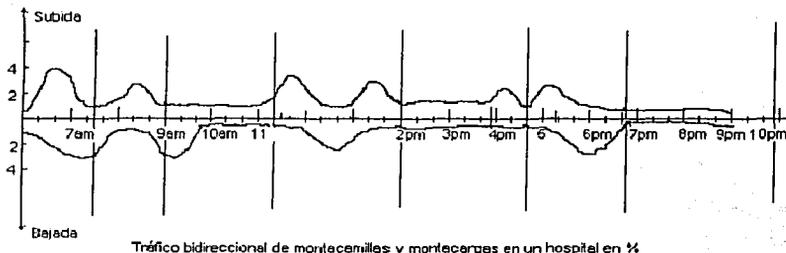
En un hospital en lo que se refiere a flujo de personas (ver siguiente figura), normalmente hay un tráfico creciente a primera hora de la mañana, para pasar a una situación estacionaria hasta la hora de la comida, donde se registran altibajos, por la tarde, aparecen dos concentraciones de tráfico asociadas a las horas de visita a los pacientes.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

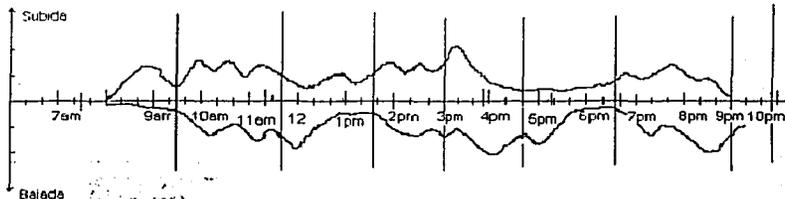
b) Tráfico de montacamillas y montacargas en un hospital.

En el flujo de camillas y cargas (figura), se registran picos a las horas de servicios de comidas a los enfermos. Durante el día aparecen dos valles asociados a los diversos tratamientos, reduciéndose el flujo a última hora de la tarde.



c) *Tráfico de personas en un edificio de profesionales libres.*

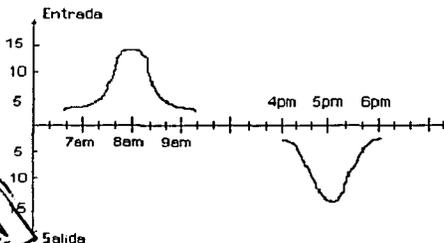
En un edificio de profesionales (ver siguiente figura) se obtienen distribuciones con horas pico coincidiendo con las actividades de la mañana y tarde (visitas profesionales) y salida de los niños del colegio.



Tráfico bidireccional en un edificio de profesionistas libres (personas)

d) *Tráfico de vehículos en un estacionamiento de un edificio de oficinas.*

En la siguiente figura se representa el movimiento de los vehículos en un estacionamiento de un edificio de oficinas donde se marcan claramente los picos de entrada y salida correspondientes a la mañana y tarde respectivamente.

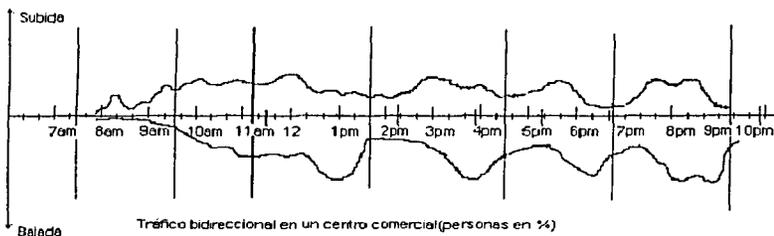


Tráfico bidireccional en un edificio de profesionales (gareje en %)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

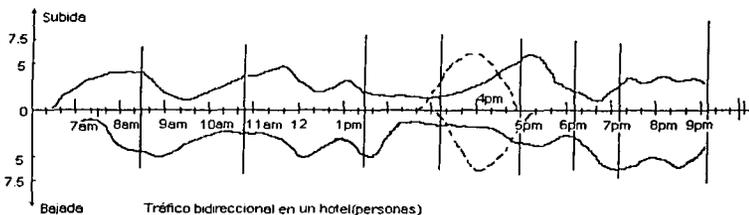
e) Tráfico de personas en un centro comercial.

En un centro comercial (ver siguiente figura), existe una banda inicial de entrada del personal que trabaja en el propio centro, una segunda zona del flujo de clientes, una banda central con altibajos correspondiente al horario de comidas; flujo de padres y estudiantes que salen del colegio y finalmente últimos movimientos de clientes.



f) Tráfico de personas en un hotel.

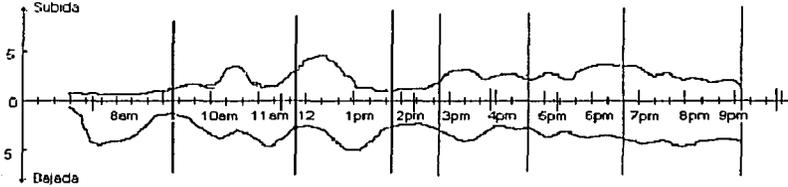
En un hotel existen suaves puntas de tráfico por la mañana correspondientes a horarios de desayunos, reuniones y comidas. Por la tarde aparece el pico más importante correspondientes a las horas anteriores a la cena. En línea de puntos aparece el tráfico de clientes que se registran en el hotel y lo abandonan.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

g) Tráfico de personas en un edificio de apartamentos.

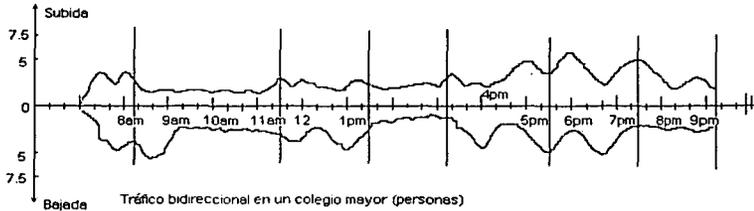
En un edificio de apartamentos (ver siguiente figura) aparecen varios máximos relativos correspondientes a horarios de colegios, comida y cena.



Tráfico bidireccional en un edificio de apartamentos

h) Tráfico de personas en un colegio mayor.

En un colegio mayor los máximos picos de tráfico se registran por la mañana cuando los estudiantes se dirigen a clase y por la tarde, cuando han finalizado las clases y los estudiantes realizan actividades deportivas y durante el horario de cenas.

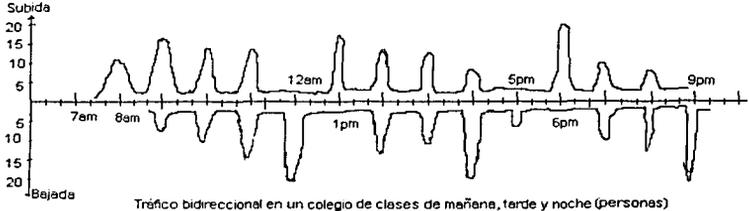


Tráfico bidireccional en un colegio mayor (personas)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

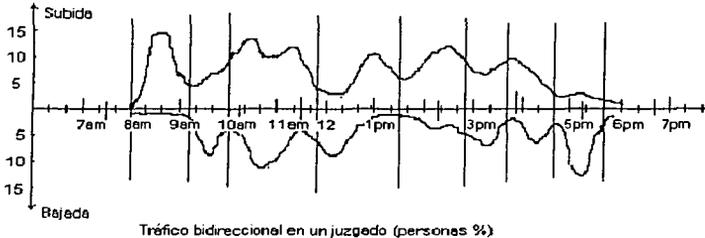
i) Tráfico de personas en un colegio.

En un colegio, es sin duda donde se registran los picos más pronunciados ya que coincide un flujo masivo de estudiantes al inicio y finalización de clases. En este caso, el estudio del tráfico vertical es absolutamente crítico.



j) Tráfico de personas en un juzgado.

En un edificio oficial tipo juzgado, aparecen varios máximos relativos coincidiendo con la entrada de personal, juicios y salida de personal a última hora del día. La distribución es ligeramente crítica desde el punto de vista de tráfico vertical ya que durante las horas punta, los tiempos de espera deben ser rigurosamente estudiados, sobre todo al tener en cuenta la importancia de la puntualidad en un juicio.



Se puede concluir este breve estudio sobre el flujo de usuarios a lo largo de la jornada por sectores afirmando que existe una gran dispersión de resultados dependiendo del destino del edificio. En general se puede afirmar que a lo largo del día aparecen bandas horarias con flujo de usuarios constante, lo cual favorece el aprovechamiento óptimo de una instalación de elevadores. Por el contrario, suelen aparecer horas punta que congestionan el tráfico vertical de forma drástica. Son éstas las bandas de estudio para el experto en tráfico vertical y será en estas zonas donde habrá que poner a punto la instalación para que los tiempos de espera entren en los márgenes admisibles.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En principio, en aquellos edificios donde la gráfica de flujo en función del tiempo es monótona sin picos agudos (es decir, sin horas pico acentuadas), la instalación de transporte vertical se diseñará con facilidad, y el elevador funcionará de forma regular a lo largo de la jornada. En este grupo podríamos incluir hospitales, centros comerciales y edificios de apartamentos.

Por el contrario, en aquellos casos en los que se registren picos de flujo de usuarios y las gráficas reflejen bruscas variaciones del número de usuarios en espacios cortos de tiempo, el diseño de la instalación vertical se complicará. En este grupo se podría incluir los colegios, edificios de oficinas y hoteles.

3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ELEVADORES MODERNOS

Características técnicas de elevadores "OTIS"

ELEVADOR GEN2

Elevador con alta tecnología ofrece: Rendimiento de energía, responsabilidad ambiental, seguridad de los pasajeros, más espacio utilizable, perfiles arquitectónicos modernizados y menor tiempo de instalación.

En el centro o núcleo del sistema está la banda de acero revestida, que es el primer avance importante en la tecnología de sistemas de elevación en más de 50 años.

Esta innovación radial y los nuevos conceptos igualmente originales para la máquina, el controlador que produce un sistema altamente durable y económico, de logros tecnológicos sorprendentes, éste es un sistema respaldado por OTIS, por su confiabilidad, calidad y servicio de monitoreo las 24 horas del día.

El sistema GEN2 representa más que una colección de componentes nuevos. Es una reinención imaginativa de los conceptos más básicos que rigen la transportación vertical. El resultado es un sistema completamente original, que lleva a los elevadores a su siguiente nivel de evolución.

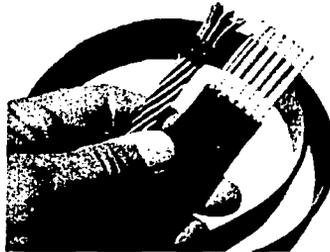
Características:

1. Máquina compacta de alta eficiencia.
2. Transmisión y controlador silenciosos y durables.
3. Controles de monitoreo remoto (Remote Elevator Monitoring REM5) altamente sofisticados.
4. Regulador con ingeniería de precisión.
5. Bandas de acero con recubrimientos revolucionarios.
6. Controles de puerta de velocidad variable.
7. Controles de Emergencia e Inspección de fácil acceso.

Bandas durables y flexibles.

Con solo 3mm de espesor y 30mm de ancho, las bandas son más durables y flexibles que los pesados cables de acero trenzado que han sido el estándar de la industria durante más de un siglo; también son el 20% más ligeras y duran de dos a tres veces más. En realidad, cada banda incorpora más alambres que un cable convencional un total de 588

cables de acero de alto grado de resistencia a la tracción. Además, su flexibilidad superior permite que las bandas se doblen alrededor de poleas de diámetro más pequeño. Cada uno puede levantar un total de 3600 kg lo que significa que con al menos tres bandas por elevador, el sistema GEN2 proporciona un factor de seguridad mínimo de 12:1 para los pasajeros. Para inspeccionar y controlar con precisión la integridad de los cables de acero, Otis desarrolló y patentó una sofisticada herramienta Fuga de Flujo Magnético(MFL).



Bandas durables y flexibles.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Sistema de elevación más eficiente.

La camisa de poliuretano de las bandas proporciona una mejor tracción que los cables convencionales, lo que se traduce en una transferencia de energía más eficiente del motor al carro. Las bandas planas también tienen más superficie de contacto, en consecuencia se reduce de manera significativa el desgaste sobre la polea.

Una máquina compacta.

Las bandas de acero revestidas hacen posible instalar una máquina que solamente ocupa el 30% del espacio de una máquina convencional con engranes. El tamaño compacto del equipo Gen2 permite que Otis lo coloque en la parte superior del cubo, eliminando la necesidad de un cuarto de máquinas. Una máquina más pequeña también significa menos inercia dando como resultado una dramática reducción en el uso de corriente eléctrica durante la aceleración. Un freno de disco que no necesita mantenimiento, hace que la máquina sea más confiable.

Rendimiento energético.

El sistema GEN2 hace la operación de los elevadores más eficientes, y por lo tanto más rentable. La construcción radial de la máquina es 50% más eficiente que un sistema de engranajes convencional y 15% más eficientes que una máquina de construcción axial. La transmisión VF del sistema también cuenta con un "modo dormir" para reducir el consumo de energía durante horas de poco uso. Al reducir las pérdidas de calor, el motor sincrónico con imanes permanentes empotrados, mejora aún más la habilidad de la máquina para utilizar la energía de manera eficiente.

Características de seguridad.

Las avanzadas características de seguridad del sistema GEN2, que sobrepasan las normas de seguridad requeridas incluso por los códigos internacionales más estrictos, están diseñadas para proteger a los pasajeros y a los técnicos de mantenimiento por igual. Atiende también otras características de seguridad en la operación como: la apertura de puertas del elevador se interrumpe con un dispositivo de protección (rayo de luz o cortina infrarrojos Lambda3D) garantizando la seguridad del usuario. Si el carro se detiene entre los pisos, el sistema de bloqueo evita que salgan los pasajeros, previniendo una situación insegura. La detección del acceso al cubo; evita que un carro funcione en condiciones normales después que la puerta de un desembarque se abra. Los controles de emergencia e inspección se encuentran en la zona de desembarque, proporcionando un acceso fácil y rápido.

Responsabilidad ambiental.

Además de ahorrar energía, el sistema Gen2 tiene responsabilidad ambiental en diversas formas. La necesidad de aceite en la máquina se elimina por la ausencia de una caja de engranes y el uso de rodamientos sellados permanentemente. A diferencia de los cables de acero, las bandas no requieren de lubricación.

Los cojinetes de aislamiento entre los brazos del motor y las paredes del cubo, minimizan la vibración del edificio dando como resultado un ambiente más silencioso incluso en los pisos más altos. El sistema también incluye un filtro electromagnético que eliminan la interferencia con los otros sistemas eléctricos del edificio.

Otis ha prestado igual atención al medio ambiente. Todos los componentes del Gen2 se empaquetan y envían en material 100 % reciclable. Muchos de los componentes, bandas y la mayor parte del material de control, son reciclables. La planta de fabricación del GEN2 recibió la certificación ISO-14001 para sus métodos de producción con responsabilidad ambiental.

Beneficios arquitectónicos.

La ausencia de un cuarto de máquinas permiten que los arquitectos tengan una mayor flexibilidad en el diseño. Los constructores se benefician con un proceso de instalación modernizado y controlado, así como menor interferencia con las otras actividades en obra. Para los propietarios del edificio, el sistema GEN2 se traduce en costos de construcción más bajos y un incremento sustancial en espacio rentable en el edificio.

Recorrido suave.

Las características del sistema se diseñaron para producir una experiencia de recorrido de suavidad inigualable. El control vectorial de circuito cerrado digital suaviza de manera consistente la aceleración y desaceleración. Sin la "capa" espiral de los cables devanados, las bandas planas ayudan a reducir la vibración. Las poleas se montaron de manera especial para minimizar la vibración transmitida al carro.

Recorrido silencioso.

Varios factores se combinan para ayudar a que GEN2 sea uno de los sistemas sin cuarto de máquinas más silenciosos que jamás se haya producido. La banda con revestimiento de poliuretano elimina la fricción de metal con metal de los cables convencionales contra la polea. El relleno de hule aísla la plataforma del carro de la estructura, protegiendo aún más a los pasajeros del ruido. Además, el controlador es prácticamente silencioso.

Controlador y transmisión.

Diseñado para grupos de hasta tres carros, el controlador modular incorpora una nueva generación de tableros de circuitos impresos y software para proporcionar tiempos de respuesta óptimos. La transmisión VF de circuito cerrado digital, con tecnología de control vectorial, incrementa aún más la eficiencia y la precisión, y un codificador de velocidad digital garantiza que tanto la velocidad como la posición del carro sean correctas.

Despacho.

Cuando se presiona un botón de llamado de pasillo, el despachador Relative System Response (Sistema de respuesta relativa RSR) de Otis, selecciona instantáneamente el carro disponible en el grupo de elevadores para responder a la llamada. En una fracción de segundo el RSR analiza un grupo de parámetros en base a los estimados de tiempo de respuesta y prácticas de control de grupo ideales. Al maximizar el desempeño del sistema RSR hace posible que los pasajeros obtengan el beneficio de tiempos de espera impactantemente reducidos.

Sistema de puertas.

Con la misma sofisticación del sistema GEN2, el control digital de velocidad variable del sistema de puertas, proporciona consistencia y confiabilidad en las más de mil veces que las puertas cierran y abren. La confiabilidad mejora aún más mediante el uso de un sardinel ranurado que evita que objetos extraños obstruyan el movimiento de las puertas.

Controles de emergencia e inspección.

El personal autorizado puede tener acceso fácilmente a los controles de emergencia e inspección. El panel ubicado en el desembarque contiene todas las funciones necesarias para que los técnicos capacitados controlen y mantengan al elevador de manera sencilla y rápida.

Protección de entrada LAMBDA 3D.

Como opción, el sistema Gen2 ofrece la protección de entrada LAMBDA 3D. Con el uso de 56 emisores y detectores, el sistema LAMBDA 3D crea una red invisible de seguridad de rayos a lo largo de la entrada del elevador. Un sistema de protección secundario se proyecta dentro del pasillo, para detectar a los pasajeros antes que entren y cuando salgan del elevador. Si se interrumpe un rayo, el sistema vuelve a abrir las puertas en forma instantánea y sin tocar a los pasajeros.

*E*DISPLAY*

El sistema Gen2 es el primero que ofrece la opción de pantalla electrónica E*DISPLAY, el sistema de información en cabina de Otis. Disponible en algunas partes del mundo, E*DISPLAY entretiene e informa a los pasajeros con noticias, clima, deportes y actualizaciones financieras mediante una pantalla electrónica.

A lo largo de todas las etapas de desarrollo de un edificio, los sistemas de planeación y administración de proyectos de Otis –desarrollados y perfeccionados a través de décadas de experiencia global- garantizan que los clientes reciban instalación de calidad absoluta. Personal altamente calificado, respaldado por el soporte tecnológico más avanzado en la industria, garantiza un proceso que es seguro, eficiente, dentro del programa y dentro del presupuesto.

Instalación.

El proceso modernizado de instalación del sistema Gen2 (estándar mundial) se integra sin dificultad dentro de los programas más agresivos. Con todos los componentes principales ubicados dentro del cubo, la instalación se lleva a cabo con un impacto mínimo en el proceso de construcción u otras actividades en el edificio.

Los componentes preensamblados llegan en subsistemas numerados y discretos, cada uno empacado con sus propias herramientas, etiquetas e instrucciones. Un grupo de dos miembros del personal de Otis pueden levantar la máquina hasta la parte superior del cubo e instalar las bandas de acero revestidas sin necesidad de usar una grúa o brazo de izado. Una vez que la máquina está conectada a la toma de energía trifásica del edificio, el grupo puede instalar los rieles utilizando la plataforma del carro y la máquina Gen2.

El proceso estándar también incluye revisiones durante la ejecución, de tal manera que Otis pueda verificar que se haya seguido los procedimientos críticos y que la instalación sea absolutamente de la más alta calidad.

Servicio.

Los sistemas de mantenimiento de Otis reflejan la filosofía de que el mejor momento para resolver los problemas es antes de que éstos ocurran. Los técnicos de Otis siguen un riguroso programa de servicio para cumplir los requerimiento de un edificio. Al trabajar con las capacidades de monitoreo las 24 horas del día del sistema REM, los técnicos de servicio Otis pueden localizar de manera más efectiva las anomalías de desempeño y corregirlas antes que afecten el servicio del elevador.

Monitoreo Remoto del Elevador (REM)

El sistema REM es el más avanzado en su tipo, en el aseguramiento de la confiabilidad del elevador, 24 horas al día. El sistema REM monitorea constantemente las funciones del elevador detectando los componentes deteriorados, anomalías intermitentes y pequeños problemas que de otra manera pasarían inadvertidos. El sistema REM proporciona comunicación inmediata y en las dos direcciones, entre los pasajeros y el personal capacitado de Otis, lo que otorga una mayor tranquilidad.

Capítulo 4

AIRE ACONDICIONADO

4.1 HISTORIA DEL AIRE ACONDICIONADO

Para un conocimiento del porqué de las cosas y de su tendencia es conveniente saber algo sobre su pasado. En todos los campos de la ciencia y la técnica, los éxitos y los fracasos del pasado han tenido su efecto sobre los conceptos actuales, e indudablemente los tendrán sobre los futuros.

Durante el siglo XIX se desarrollaron las primeras las técnicas de calefacción y de la ventilación con el invento de ventiladores, calderas y radiadores. También a lo largo de estos años se realizaron esfuerzos teóricos para sistematizar los conocimientos relacionados con la calefacción y la ventilación, obteniéndose valores y datos experimentales valiosos para mejorar los servicios de las instalaciones. Aunque James Watt es el padre de los sistemas de calefacción por vapor, puede decirse que no es hasta finales del siglo XIX cuando, comenzó a aplicarse de modo corriente tal sistema de calefacción.

En los primeros años del siglo XX destaca Willis H. Carrier que puede considerarse como el iniciador del tratamiento científico del aire proporcionando las bases del moderno aire acondicionado y el desarrollo del concepto de climatización.

Por esa época, un impresor neoyorquino tenía serias dificultades durante el proceso de impresión, que impedían el comportamiento normal del papel, obteniendo una calidad muy pobre debido a las variaciones de temperatura, calor y humedad, entonces fue cuando Willis Carrier se puso a investigar con tenacidad para resolver el problema. Diseñó una máquina que controlaba la humedad a través de tubos enfriados, dando lugar a la primera unidad de climatización de la historia.

Durante aquellos años, el objetivo principal de Carrier era mejorar el desarrollo del proceso industrial a través de continuos cambios tecnológicos que permitieran el control de la temperatura y la humedad.

Los primeros en usar el sistema de aire acondicionado Carrier fueron las industrias textiles del sur de Estados Unidos. Un claro ejemplo, fue la fábrica de algodón Chronicle en Belmont. Esta fábrica tenía un gran problema. Debido a la ausencia de humedad, se creaba un exceso de electricidad estática haciendo que las fibras de algodón se convirtiesen en pelusa. Gracias a Carrier, el nivel de humedad se estabilizó y la pelusilla quedó eliminada.

Debido a la mejora de sus productos, un gran número de industrias, tanto nacionales como internacionales, se decantaron por la marca Carrier.

Claro ejemplos fueron las industrias del tabaco, laboratorios farmacéuticos, máquinas de afeitar y panadería. La lista de empresas que mejoraron su producto gracias a Carrier fueron numerosas.

La primera venta que se realizó al extranjero fue a la industria de la seda de Yokohama en Japón en 1907.

En 1915, empujados por el éxito, Willis Carrier y 6 amigos reunieron 32,600 \$ y fundaron "La Compañía de Ingeniería Carrier", cuyo gran objetivo era garantizar al cliente el control de la temperatura y humedad a través de la innovación tecnológica y servicio al cliente.

Más tarde, en 1922, Carrier lleva a cabo uno de los logros de mayor impacto en la historia de la industria "La enfriadora centrífuga". Este nuevo sistema de aire acondicionado hizo su debut en 1924 en los grandes almacenes J.L. Hudson de Detroit, Michigan, en los cuales se instalaron tres enfriadoras centrífugas para enfriar el sótano y posteriormente el resto de la tienda. Tal fue el éxito, que inmediatamente se instalaron este tipo de máquinas en hospitales, oficinas, aeropuertos, fábricas, hoteles y grandes almacenes.

La prueba de fuego llegó en 1925, cuando a la compañía Carrier se le encarga la climatización del cine "RIVOLI" de Nueva York. Se realiza una gran campaña de publicidad que llega rápidamente a los ciudadanos formándose largas colas en la puerta del cine. La película que se proyectó aquella noche fue rápidamente olvidada, pero no lo fue la aparición del aire acondicionado. En 1930, alrededor de 300 cines tenían instalado ya aire acondicionado Carrier.

Muchos americanos experimentaron por primera vez el aire acondicionado en los cines y los propietarios hicieron resurgir sus negocios que por estas fechas siempre habían caído, debido a las altas temperaturas.

A finales de 1920, propietarios de pequeñas empresas quisieron competir con las grandes distribuidoras, por lo que Carrier empezó a desarrollar pequeñas unidades. En 1928, se fabricó un equipo de aire acondicionado residencial que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacía circular el aire y cuya principal aplicación era la doméstica, pero la "GRAN DEPRESIÓN" en los Estados Unidos puso punto y final al aire acondicionado en los hogares.

El iglú presentado por Carrier en la Feria Mundial de 1939 pretendía ofrecer a los visitantes una visión del futuro con aire acondicionado, pero no fue hasta después de la II Guerra Mundial cuando las ventas de equipos residenciales empezaron a tomar importancia en empresas y hogares.

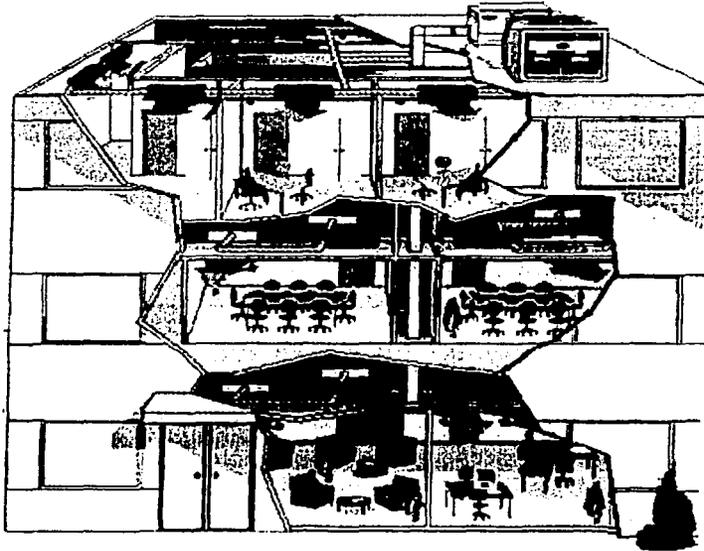
Actualmente en nuestra sociedad muchos productos y servicios dependen del control del clima interno. La comida para nuestra mesa, la ropa que vestimos y la biotecnología de donde obtenemos productos químicos, plásticos y fertilizantes.

Si el control exacto de temperatura y humedad, los microprocesadores, circuitos integrados y la electrónica de alta tecnología no podrían ser producidos. El vuelo de aviones y naves sería solo un sueño, los arquitectos no podrían haber diseñado los enormes edificios que han cambiado las ciudades, etc.

El aire acondicionado ha hecho posible el crecimiento y desarrollo de las áreas tropicales, proporcionando los medios para más y mejores vidas productivas. Decenas de ciudades desérticas, desde el Ecuador hasta Arabia Saudita no existirían aún hoy, sin la capacidad del hombre para controlar su medio ambiente.

4.2 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El sistema central de Aire Acondicionado cuenta principalmente con los siguientes equipos: Unidad Generadora de Agua Helada (UGAH) o en inglés "chiller", Torre de Enfriamiento, Unidades Manejadoras de Aire (UMA), bombas y ductos de aire; también se cuenta con equipos Mini-Split para áreas específicas. Antes de describir de manera general el funcionamiento del sistema de aire acondicionado describiremos como operan los equipos que lo componen.



Unidad Generadora de Agua Helada (UGAH)

La UGAH opera mediante el ciclo de refrigeración a base de la compresión de un vapor, y lo que específicamente realiza es extraer el calor de un espacio y rechazarlo posteriormente a otro espacio seleccionado. Para ello cuenta con cuatro (4) componentes básicos y un fluido conocido como refrigerante que circula entre ellos.

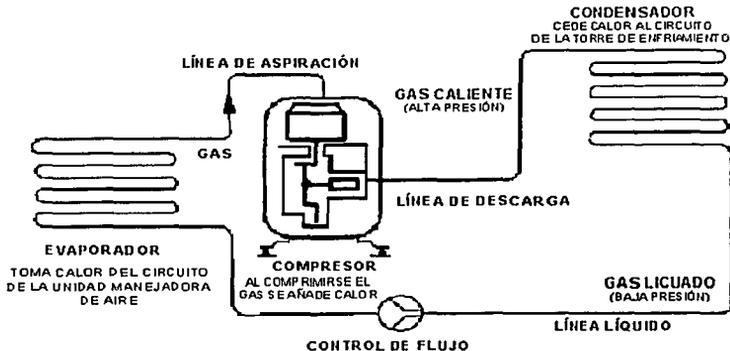
- Evaporador.
- Compresor.
- Condensador.
- Dispositivo de control de flujo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Estos elementos incorporados en un circuito cerrado que se completa por medio de tuberías de interconexión y bombas, permiten hacer circular el fluido refrigerante durante el ciclo, de forma continua.

A medida que el refrigerante circula no sufre cambios químicos pero está constantemente cambiando su estado físico. Puede ser líquido, gas o una mezcla de los dos, dependiendo de dónde se encuentra durante el ciclo. Examinaremos el sistema comenzando desde el compresor (figura siguiente).



ESQUEMA BÁSICO DE LA UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA

El **COMPRESOR** recibe el refrigerante en forma de gas por la tubería comúnmente denominada **LÍNEA DE ASPIRACIÓN**, lo comprime añadiéndole por tanto más calor y lo impulsa a través de la **LÍNEA DE DESCARGA** hacia el **CONDENSADOR** en forma de gas caliente recalentado a alta presión.

En el **CONDENSADOR** (normalmente formado por un serpentín aleteado para aumentar su superficie de intercambio de calor o por un haz tubular y una envolvente) el refrigerante pierde primero su recalentamiento, se satura, parte líquido, parte vapor y mientras continúa perdiendo calor se condensa totalmente.

Una vez que el refrigerante se licua, se enfría algo más y pasa a través de la **LÍNEA DE LÍQUIDO** al **CONTROL DE FLUJO** donde, forzado a través de una restricción, pasa abruptamente a un espacio que se mantiene a un nivel de baja presión, donde se expande formando una mezcla fría de líquido y vapor que entra en el **EVAPORADOR** (otro serpentín aleteado o haz tubular con envolvente) por donde a medida que avanza, sigue evaporándose, absorbiendo para ello calor de las paredes de los tubos o tubos y aletas que lo contienen. Seguirá absorbiendo calor hasta vaporizarse completamente, siendo posteriormente recalentado y aspirado por el compresor, reanudando de nuevo el ciclo.

Existen diversas opciones de unidades centrales o enfriadoras de agua (Chillers), y cada opción será la más adecuada, dependiendo de la ubicación del edificio, la disponibilidad y costo del agua, así como las tarifas de energía eléctrica en el lugar de la aplicación.

Cuando se hace una selección en el equipo a utilizar se debe tomar en cuenta que los equipos enfriados por agua son más eficientes que los enfriados por aire, pero se debe analizar el sistema completo, ya que al sistema de enfriamiento por agua tiene que agregársele el consumo eléctrico de los ventiladores de la torre de enfriamiento y de las bombas de agua de condensación.

El componente que consume la mayor parte de la energía en una Unidad Enfriadora de Agua (Chiller), es el compresor, y este puede ser de diferentes tipos. En la tabla siguiente mostraremos los principales tipos de compresores y su consumo promedio en Kilowatt por Tonelada de refrigeración (T.R.) al 100% de su capacidad, de acuerdo al medio de condensación:

Tipo de Compresor	Medio de Condensación	Kw/T.R.
Reciprocante	Aire	1.1
Rotativo (Scroll)	Aire	1.1
Tornillo	Aire	1.1
Reciprocante	Agua	0.9
Tornillo	Agua	0.65
Centrífugo	Agua	0.66
Centrífugo c/Variador	Agua	0.66

**TESIS CON
PAULA DE ORIGEN**

Torre de enfriamiento

En las torres de enfriamiento se consigue disminuir la temperatura del agua caliente que proviene de un circuito de refrigeración mediante la transferencia de calor y el aire que circula por el interior de la torre. A fin de mejorar el contacto aire-agua, se utiliza un entramado denominado "relleno". El agua entra en la torre por la parte superior y se distribuye uniformemente sobre el relleno utilizando pulverizadores. De esta forma, se consigue un contacto óptimo entre el agua y el aire atmosférico.

El relleno sirve para aumentar el tiempo y la superficie de intercambio entre el agua y el aire. Una vez establecido el contacto entre el agua y el aire, tiene lugar una cesión de calor del agua hacia el aire. Ésta se produce debido a dos mecanismos: la transmisión de calor por convección y la transferencia de vapor desde el agua al aire, con el consiguiente enfriamiento del agua debido a la evaporación.

En la transmisión de calor por convección, se produce un flujo de calor en dirección al aire que rodea el agua a causa de la diferencia de temperaturas entre ambos fluidos.

La tasa de enfriamiento por evaporación es de gran magnitud en las torres de enfriamiento; alrededor del 90 % es debida al fenómeno difusivo. Al entrar en contacto el aire con el agua se forma una fina película de aire húmedo saturado sobre la lámina de agua que desciende por el relleno. Esto es debido a que la presión parcial de vapor de agua en la película de aire es superior a la del aire húmedo que circula por la torre, produciéndose una cesión de vapor de agua (evaporación). Esta masa de agua evaporada extrae el calor latente de vaporización del propio líquido. Este calor latente es cedido al aire, obleniéndose un enfriamiento del agua y un aumento de la temperatura del aire. La diferencia de temperaturas del agua a la salida y la temperatura húmeda del aire se llama «acercamiento» o «aproximación», ya que representa el límite termodinámico de enfriamiento al que puede llegar el agua.

Clasificación de las torres de enfriamiento

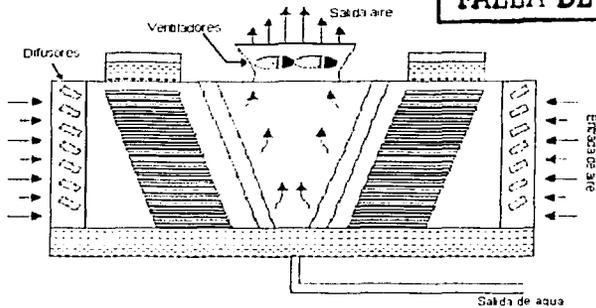
La forma más simple y usual de clasificar las torres de enfriamiento es según la forma en que se mueve el aire a través de éstas. Según este criterio, existen torres de circulación natural y torres de tiro mecánico. En las torres de circulación natural, el movimiento del aire sólo depende de las condiciones climáticas y ambientales. Las torres de tiro mecánico utilizan ventiladores para mover el aire a través del relleno.

- Torre de tiro natural
- Torre de tiro mecánico
- Torre de flujo a contracorriente (tiro inducido)
- Torre de flujo cruzado (tiro inducido)

El edificio en estudio cuenta con dos torres de flujo cruzado del cual su funcionamiento es como sigue:

Las torres de tiro inducido pueden ser de flujo a contracorriente o de flujo cruzado. En las torres de flujo cruzado, el aire circula en dirección perpendicular respecto al agua que desciende (Fig. siguiente). Estas torres tienen una altura menor que las torres de flujo a contracorriente, ya que la altura total de la torre es prácticamente igual a la del relleno. El mantenimiento de estas torres es menos complicado que en el caso de las torres a contracorriente, debido a la facilidad con la que se pueden inspeccionar los distintos componentes internos de la torre. La principal desventaja de estas torres es que no son recomendables para aquellos casos en los que se requiera un gran salto térmico y un valor de acercamiento pequeño, puesto que ello significará más superficie transversal y más potencia de ventilación, que en el caso de una torre de flujo a contracorriente.

TF SIS CON FALLA DE ORIGEN

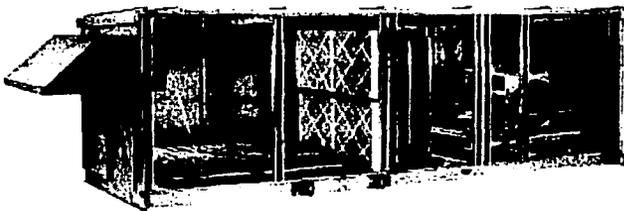


TORRE DE ENFRIAMIENTO

Unidades Manejadoras de aire

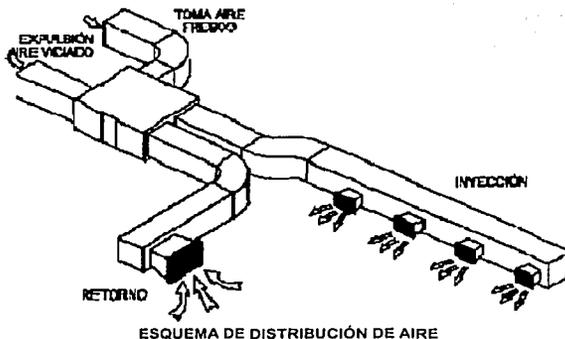
Estos equipos básicamente son los encargados de suministrar aire frío a través de ductos a las áreas que deseamos acondicionar.

Las unidades manejadoras de aire introducen aire del exterior por medio de un ventilador, a las zonas a acondicionar por ductos de lamina galvanizada, este aire pasa primero por filtros, después a través de baterías de agua fría proveniente ésta de las unidades generadoras de agua helada por medio de tuberías que se suministran a todo el edificio. El agua que circula por las baterías de agua regresa a las UGAH para completar el ciclo de enfriamiento.



UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

TESIS-CON FALLA-DE ORIGEN



Unidades *minisplit*

Este aparato, condensado por aire es, sin ningún género de dudas, el acondicionador más popular de los sistemas de aire acondicionado actuales.

Está formado por dos partes; la unidad interior que incluye el evaporador, ventilador, filtro de aire y control, y la unidad exterior que es la que incluye el compresor y condensador enfriado por el aire ambiente. El sistema de expansión, habitualmente de tubos capilares, se sitúa en las unidades de pequeña potencia en la unidad exterior. Ambas unidades la interior y la exterior, se unen en el momento de la instalación mediante tubos de cobre por los que circula el fluido frigorífico.

Al tener la unidad interior solamente el ventilador y el evaporador, es muy silenciosa y de reducidas dimensiones, lo que permite su fácil instalación en cualquier oficina. Sus limitaciones de uso, generalmente son debidas a la limitación de la longitud de tubos entre la unidad interior y exterior, a consideraciones estéticas, y a la imposibilidad de aportar aire exterior de ventilación.

Dentro de esta categoría de unidades *minisplit*, en unidades interiores, existen las variantes:

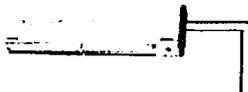
- Mural, para su montaje en pared.
- Consola, para su montaje en el suelo.
- Techo, para fijar en el techo.
- Cassette, para empotrar en el cielorraso.
- Con conductos, para instalaciones ocultas con rejillas.

Las potencias de estos equipos son generalmente de 1,800 hasta 7,000 W para los tipos mural y consola y hasta 13,000 W en los modelos de techo y cassette. Los modelos para conductos son de potencias desde 2,500 W.

Debe prestarse atención a algunos casos de instalaciones en los que, probablemente, el uso de un acondicionador central hubiera dado mejor resultado que la instalación de varios minisplit, por sus características e incluso por su mejor precio.

Estos aparatos presentan la indiscutible ventaja de haber sido montados en fábrica y probados. Es decir, en la obra, no se precisa el montaje frigorífico, siendo ello una ventaja decisiva en la mayor parte de los casos.

UNIDAD CLIMATIZADORA



UNIDAD CONDENSADORA

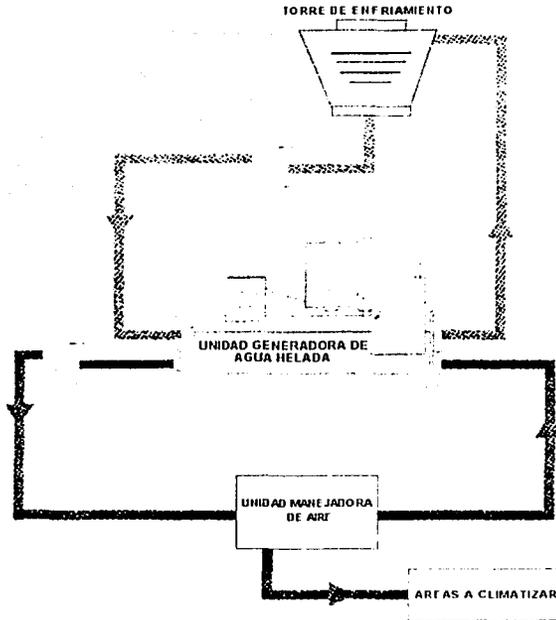


UNIDAD MINISPLIT

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Funcionamiento general del sistema de aire acondicionado



Si nos apoyamos en el anterior esquema, el aire frío que necesitamos para acondicionar las áreas de oficina se obtiene de las UMA's en la cual se hace circular aire del exterior a través de filtros y baterías de agua helada, el agua proviene de la UGAH.

De la UGAH obtenemos el agua fría y la llevamos por medio de tuberías con la ayuda de la bomba de agua fría al interior del edificio; de allí la hacemos pasar a través de la UMA's, para enfriar el aire que se distribuye a las áreas a climatizar; una vez que el agua helada ha pasado por la UMA ésta retorna a la UGAH para extraerle el calor que el aire le transfirió al agua.

En la UGAH se lleva a cabo el ciclo de condensación, en el cual el calor que se rechaza se transfiere a otro ciclo independiente de agua y lo lleva a la torre de enfriamiento, utilizando la bomba de agua de condensación, el aire que circula en la torre se encarga de extraer el calor al agua y rechazarlo al ambiente exterior.

Capítulo 5

PROPUESTA DE MODERNIZACIÓN

La modernización propuesta para este edificio, contemplada en los primeros capítulos, consiste principalmente en el área de iluminación, equipos de aire acondicionado y de los elevadores.

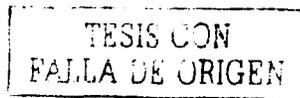
5.1 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA.

5.1.1 Iluminación.

a) Oficinas

Los luminarios actuales para las oficinas son de gabinete de empotrar para plafón reticular, de 0.60 x 1.22 m, de 4 tubos fluorescentes de 39 W, tipo T-12, con 2 balastos electromagnéticos de 2 x 39 W (no se conoce la marca del luminario), con controlente de plástico (no es acrílico), con una carga total de 260,364 W, ver tabla A-1 (pág. 11)

Los luminarios propuestos para las oficinas son de la marca Holophane, mod. G-8224, de las mismas medidas, pero de 3 tubos de 32 W, tipo T-8, marca Osram, de alta luminosidad, 3,000 lumens/m², con balastro electrónico de 3 x 32 W, de bajas pérdidas y de encendido rápido, con controlente de acrílico Refractogrid, lo que aumenta la luminosidad, lo que comprendería una carga total de 160,224 W, ver tabla A-11.3 (pág. 127). El nivel Lumínico para el cálculo de luminarios mínimos por área están en las tablas A 11.1 y A 11.2 (pág. 125 y 126)



LUMINARIO HOLOPHANE, mod. G-8224

De cambiarse estos luminarios para las oficinas, estaríamos ahorrando 100,140 W de carga eléctrica. Ver tabla A-16 (págs. 132-134).

b) Baños, pasillos, escaleras y vestibulos.

Los luminarios actuales para los baños son idénticos a los utilizados en las oficinas, fluorescentes de empotrar, 0.60 x 1.22 m, de 4 x 39 W, siendo el mismo tipo de propuesta de cambio de luminario de 3 x 32 W.

Los luminarios actuales de las escaleras son del tipo fluorescente de gabinete de sobreponer, tipo ejecutivo de plástico envolvente, de 0.30 x 1.22 m, con balastro electromagnético de 2 x 39 W, con dos tubos de 39 W tipo T-12.

Los luminarios propuestos para las escaleras son del tipo fluorescente, marca Holophane, mod. NHW - H71, de las mismas medidas, pero con balastro electrónico de 2 x 32 W, con dos tubos de 32 W tipo T-8.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

LUMINARIO HOLOPHANE, mod. NHW - H71

Los luminarios de los pasillos y vestíbulo son del tipo incandescente (focos) de 100 W, empotrados en botes, sin controlente, por lo que la propuesta es cambiarlos por lámparas fluorescentes ahorradoras de energía compactas con balastro integrado de 26 W o tipo PI.

Los luminarios actuales de los pasillos principales son del tipo fluorescente en canaleta de 1.22 m, en línea, empotrados en cajillos para tener luz indirecta, acoplados en balastos electromagnéticos de 2 x 39 W, con tubos de 39 W, tipo T-12, siendo la propuesta de cambio el mismo sistema de canaleta en serie, pero con tubos de 32 W, utilizando balastos electrónicos de 2 x 32 W, acoplando dos tubos en serie a cada balastro.

Teniendo una carga eléctrica actual de 43,938 W, ver Tabla A- 2 (pág.12), para los servicios de los baños, pasillos, vestíbulos y escaleras. Realizando los cambios antes mencionados la carga eléctrica sería de 23, 804 W, reduciéndose en 50 % aproximadamente el consumo eléctrico en esta área, ver Tablas A-12 (pág.128) y A-16 (pags.132-134).

c) Sótanos o estacionamientos.

Los luminarios actuales de los sótanos son fluorescentes del tipo Industrial de 2 x 39 W con balastro electromagnético, con dos tubos de 39 W tipo T-12. teniendo una carga actual de 21,333 W, ver tabla A-3 (pág.13)

Los luminarios propuestos son de la marca Holophane, modelo HIL-232 tipo industrial de balastro electrónico de 2 x 32 W, con dos tubos de 32 W tipo T-8, teniendo una carga propuesta de 17,504 W. Tabla A-13 (pág.129)

LUMINARIO HOLOPHANE, modelo HIL-232

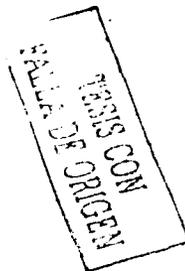
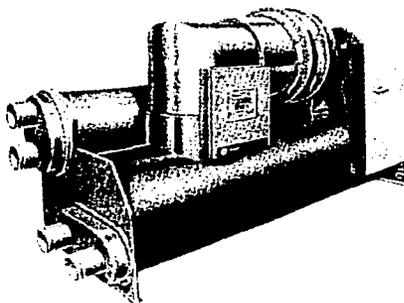
Por lo que en forma general para el rubro de Iluminación tendremos que:
la carga total de iluminación actual es de: 325.63 kW
la carga total de iluminación propuesta es de: 201.52 kW
por lo que se disminuiría la carga en: 124.11 kW
ver Tabla A - 16 (págs.132-134).

5.1.2 Aire Acondicionado.

El edificio cuenta actualmente con un sistema de aire acondicionado con una antigüedad de 20 años, teniendo dos Unidades Generadores de Agua Helada (UGAH) mca. Carrier de 350 ton-aire, con una carga eléctrica de 465.85 kW, teniendo una relación de consumo eléctrico de 1.33 kW/ton, que representa un alto consumo eléctrico por ser un equipo de tecnología obsoleta comparada con los equipos propuestos de UGAH marca York tipo tornillo, mod. YRW-46-A de las mismas 350 ton-aire, tiene un consumo eléctrico de 167 kW, teniendo una relación de consumo eléctrico de 0.48 kW/ton, que representa una tercera parte del consumo del equipo actual.

La propuesta de modernización se basa únicamente en cambiar las UGAH's, ya que son las que representan un gran avance en la tecnología con respecto al ahorro de energía, ya que la UGAH moderna consume la tercera parte de energía eléctrica de la que actualmente está en uso, no así el ahorro que representa el cambio de los motores de los ventiladores de las manejadoras de aire. Los sistemas minisplits son propuestas nuevas para atender las necesidades del proyecto de reacomodo de funcionarios de alto nivel y de equipos centrales de red de cómputo por piso (servidores).

La carga eléctrica actual para todo el sistema de aire acondicionado, es de 839.88 kW, ver Tabla A-5 (pág.15), y la carga eléctrica cambiando las UGAH's sería de 541.02 kW, disminuyendo el consumo eléctrico en 298.86 kW. Lo que representa un 33 % de ahorro en el consumo, ver Tabla A-14 (pág.130).



UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA

5.1.3 Elevadores.

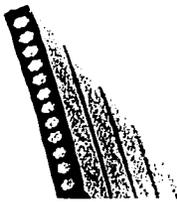
Los elevadores actuales son de la marca Mitsubishi (Melco), con tecnología de hace 20 años, del tipo de control mecánico-electromagnético por medio de relevadores, teniendo constantemente fallas ya que se flamean los contactores, además de lo viejo y obsoleto del equipo, continuamente se quedan atrapadas las personas dentro de los elevadores, ya sea por fallas de los relevadores, por los fusibles o un sobrecalentamiento de los motores, ya que éstos tienen tecnología antigua, no tienen un control de peso en la cabina, implicando esto que aunque el elevador esté a su máxima capacidad de cupo, éste vaya haciendo paradas en todos los pisos en que es llamado desde fuera, no pudiendo subirse la gente, y eléctricamente genera un despilfarro ya que genera una parada sin éxito, y por consiguiente un gasto de energía en el arranque para seguir su trayecto. Otro inconveniente de esta tecnología atrasada, es de que el motor trabaja a su máxima potencia, independientemente si la cabina está vacía o llena.

Estos elevadores se encuentran funcionando fuera de Norma, ya que fueron instalados hace más de 20 años y la Norma Oficial Mexicana NOM-053-ENER-SCFI-2000, sintetizada en este trabajo de Tesis, en el apartado 5.12.4 (pág. 183), nos indica que los elevadores para pasajeros tienen una vida útil de 10 años, siempre y cuando se les de buen mantenimiento.

Los elevadores propuestos son de la marca OTIS, con control electrónico, supervisado por sistemas de cómputo, tipo GEN2, en el cual controla los consumos de energía dependiendo de la carga o peso físico de cuantas personas vayan en la cabina, controla el sistema de cupo lleno, no atendiendo a las llamadas exteriores de los pisos, hasta no terminar su viaje o trayectoria, así mismo en horas pico controla los juegos de elevadores para subir o bajar en orden de prioridad, según se programe. Reduciendo con estos controles hasta en un 30 % del consumo general de energía.

La carga eléctrica actual es de 111 kW, ver Tabla A-10 (pág.20) y aunque la carga eléctrica instalada del equipo propuesto es la misma de 111 kW, tienen la misma Potencia los motores, pero con el control moderno, descrito en el Capítulo 3, el fabricante asegura que aun teniendo esos motores la carga a considerar, es de 77.7 kW. Tabla A-15 (pág.131).

Aunando a que su la vida útil ya caduco para estos 6 elevadores, son las molestias que provocan a los usuarios por las constantes fallas y por la tecnología tan antigua.



BANDA TRACTORA



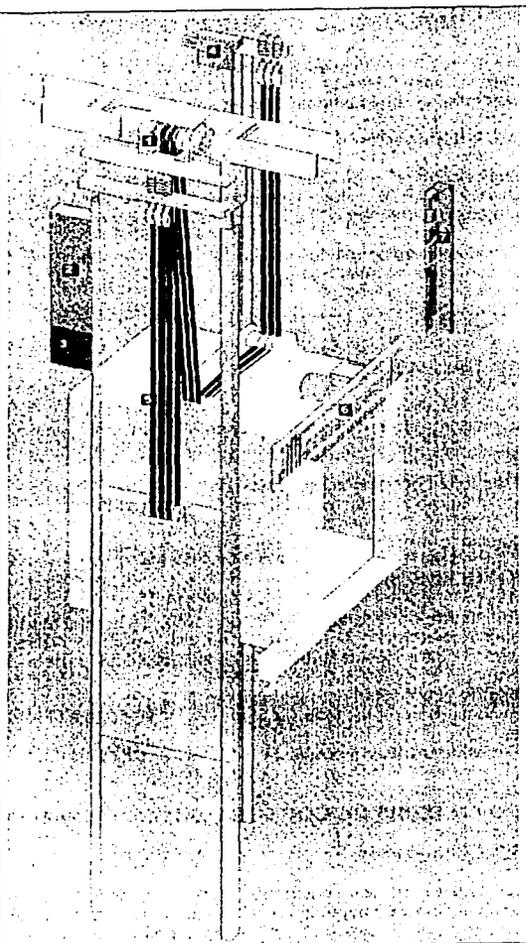
MOTOR DEL SISTEMA GEN2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El sistema **Gen2** representa más que una colección de componentes nuevos. Es una reinención imaginativa de los conceptos más básicos que rigen la transportación vertical. El resultado es un sistema completamente original - un sistema que lleva a los elevadores a su siguiente nivel de evolución.

Características:

1. Máquina compacta, de alta eficiencia.
2. Transmisión y controlador silenciosos y durables.
3. Controles de Monitoreo Remoto altamente sofisticados.
4. Regulador con ingeniería de precisión.
5. Bandas de acero con recubrimientos revolucionarios.
6. Controles de puerta de velocidad variable.
7. Controles de Emergencia e Inspección de fácil acceso.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2 ANÁLISIS DE COSTOS POR CONSUMO DE ENERGÍA DESPUÉS DE IMPLANTADO EL NUEVO SISTEMA.

Se realizó un estudio de los costos de consumo de energía eléctrica del edificio de varios meses, para tener un costo promedio del precio del kW/hora, con la tarifa tipo HM contratada, obteniéndose un costo de \$0.85 el kW/h. Tabla A -22 (pags.144,145)

5.2.1 Iluminación

Refiriéndonos a la tabla A-16 (pags.132-134), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo actual y el propuesto en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro.

Siendo el consumo actual anual de: \$ 809,458.87
El consumo propuesto anual de: \$ 500,943.25

Teniendo un ahorro anual de: \$ 308,515.62

5.2.2 Aire Acondicionado

Refiriéndonos a la tabla A-17 (pág.135), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo actual y el propuesto en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro.

Siendo el consumo actual anual de: \$ 2,087,793.86
El consumo propuesto anual de: \$ 1,344,880.50

Teniendo un ahorro anual de: \$ 742,913.36

5.2.3 Elevadores

Refiriéndonos a la tabla A-18 (pág.136), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo actual y el propuesto en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro.

Siendo el consumo actual anual de: \$ 225,758.02
El consumo propuesto anual de: \$ 158,030.61

Teniendo un ahorro anual de: \$ 67,727.41

5.3 ANÁLISIS DE COSTOS POR MANTENIMIENTO.

5.3.1 Iluminación.

Los luminarios ya mencionados con que cuenta este edificio son tecnología obsoleta, de poca eficiencia y baja vida útil; los tubos fluorescentes de 39 W, tipo T-12 tienen una vida promedio de 2 años, contra los tubos propuestos de 32 W tipo T-8 que tienen una vida

promedio de 5 años, aparte de tener mejor luminosidad ya que estos proporcionan 3,000 lumenes/m², por lo que es posible disminuir la cantidad de tubos que se necesitan. Los balastos que utilizan los luminarios actuales son del tipo electromagnético de 2 x 39 W, teniendo una vida promedio de 2 años, y los balastos que utilizan los luminarios propuestos son del tipo electrónico de 3 x 32 W, con una vida promedio de 5 años, aparte de tener versatilidad en la capacidad de controlar 1, 2, 3 ó 4 tubos, mientras que los balastos electromagnéticos únicamente controlan 1 ó 2 tubos de 39 W, por lo que los luminarios actuales utilizan dos balastos de 2 x 39 W en cada luminario, mientras que los luminarios propuestos utilizan un sólo balastro electrónico de 3 x 32 W, facilitando con esto el futuro mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente la vida útil de los tubos fluorescentes actuales de 39 W y de los balastos electromagnéticos de 2 x 39 W, tienen una vida útil promedio de 2 años, y este edificio ya tiene más de 20 años de uso, se necesitan estar reemplazando constantemente tanto los tubos como los balastos, tomándose un promedio mensual tanto del salario del personal de mantenimiento como del material eléctrico, para estas reparaciones es de \$22,130.00 Tabla A-19.1 (pág.137).

5.3.2 Aire Acondicionado

La UGAH tiene una vida de trabajo de más de 20 años, por lo que el mantenimiento requerido cada vez es mayor, así como del cambio de refacciones, y por lo antiguo del equipo es cada vez más difícil conseguirlos, por lo tanto se encarecen. Estas dos UGAH's requieren una reparación mayor cada 6 meses para poder tener un ritmo de trabajo adecuado, además que la vida útil está programada para 2 o 3 años más.

Los costos de estos mantenimientos mayores programados van de los \$50,000.00 a los \$70,000.00 dependiendo del tiempo programado, estos costos son independientes del costo de mantenimiento preventivo mensual de \$15,000.00 Tabla A-20.1 (pág.140).

5.3.3 Elevadores

Los elevadores requieren de una reparación mayor por lo que se solicitó a la empresa Melco (Mitsubishi) un presupuesto para esta reparación, ya que los elevadores son de esa marca. Respondiéndonos con una propuesta de reparación mayor programada en varias etapas, así como de una póliza de mantenimiento mensual, relacionadas ambas en la tabla A-21.1 (pág.142).

5.4 AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN.

5.4.1 Iluminación

Refiriéndonos a las tablas A-19.1 (pág.137) y A-19.2 (págs.138,139), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo eléctrico y mantenimiento actual y el propuesto en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro, incluyendo la inversión y su amortización correspondiente.

Siendo el consumo y mantenimiento anual actual de:	\$ 4,075,018.92
El consumo y mantenimiento propuesto anual de:	\$ 500,943.24
Diferencia o ahorro anual:	\$ 574,075.68
Inversión del equipo propuesto:	\$ 3,031,613.00
Tiempo de recuperación de la inversión:	5.28 años

5.4.2 Aire Acondicionado

Refiriéndonos a las tablas A-20.1 (pág.140) y A-20.2 (pág.141), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo eléctrico y mantenimiento actual y el propuesto en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro, incluyendo la inversión y su amortización correspondiente.

Siendo el consumo y mantenimiento actual anual de:	\$ 2,452,793.84
El consumo y mantenimiento propuesto anual de:	\$ 1,488,880.56
Diferencia o ahorro anual:	\$ 963,913.28
Inversión del equipo propuesto:	\$ 2,091,144.00
Tiempo de recuperación de la inversión:	2.17 años

5.4.3 Elevadores

Refiriéndonos a las tablas A-21.1 (pág.142) y A-21.2 (pág.143), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo eléctrico y mantenimiento actual y el propuesto en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro, incluyendo la inversión y su amortización correspondiente.

Siendo el consumo y mantenimiento actual anual de:	\$ 694,284.00
El consumo y mantenimiento propuesto anual de:	\$ 302,028.00
Diferencia o ahorro anual:	\$ 392,256.00
Inversión del equipo propuesto (6 elevadores):	\$ 4,372,796.00
Tiempo de recuperación de la inversión:	11.1 años (6 elevadores)
Tiempo de recuperación de la inversión:	1.8 años (cada elevador)

5.5 ESTIMACIÓN DE LA CARGA GENERAL A PARTIR DE LA PROPUESTA.

Refiriéndonos a la tabla A-22 (págs. 144,145), en la cual tenemos la tabla comparativa entre el consumo global de energía eléctrica de los tres conceptos, Iluminación, Aire Acondicionado y Elevadores actuales y propuestos en kW, su costo diario, semanal, mensual y anual, así como la diferencia o ahorro por consumo eléctrico por este rubro.

Siendo el consumo actual anual de:	\$ 3,123,011.00
El consumo propuesto anual de:	\$ 2,003,854.00
Teniendo un ahorro anual global de:	\$ 1,119,156.00

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



COTIZACIÓN No. 0508-2003

HOJA 1 DE 1

Mayo 8, 2003.

INSURGENTES SUR
MEXICO D F
A T N. Ing. Ramón Hernández

CONCENTRACION DE LUMINARIOS

PART.	CLAVE	CONCEPTO	UNID.	CANT.	P.U.	IMPORTE
1		LUMINARIO FLUORESCENTE DE SOBREPONER DE TIPO NHW DE 3 LAMPARAS DE 32W 18 CON GABINETE DE 30x122 CM. FABRICADO EN LAMINA DE ACERO ESMALTADO AL HORNO COLOR BLANCO. BALASTRO ELECTRONICO DE ARRANQUE INSTANTANEO DE 3x32 W. EN 127V. CON ACRILICO ENVOLVENTE No 7100 CAT. NHW-H/1-043-EI 6R-C MCA HOLOPHANE	PZA	1.00	\$ 1,330.00	
2		LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO EMPOTRAR EN PLAFON RECTANGULAR DE 60x122 CM. FABRICADO EN LAMINA DE ACERO ESMALTADO AL HORNO COLOR BLANCO. CONTROLLENTE DE ACRILICO CRISTALINO DE EMISFERICOS PARABOLICOS TIPO REFRACTOCRIDO BALASTRO ELECTRONICO DE ARRANQUE INSTANTANEO DE 3x32 W. EN 127V. CAT G-8274-332-EI MCA HOLOPHANE	PZA	1.00	\$ 1,516.00	
3		LUMINARIO FLUORESCENTE DE SOBREPONER DE TIPO NHW DE 2 LAMPARAS DE 32W 18. CON GABINETE DE 30x122 CM. FABRICADO EN LAMINA DE ACERO ESMALTADO AL HORNO COLOR BLANCO. BALASTRO ELECTRONICO DE ARRANQUE INSTANTANEO DE 2x32 W. EN 127V. CON ACRILICO ENVOLVENTE No 7100 CAT. NHW-H/1-042-EI 6R-C MCA HOLOPHANE	PZA	1.00	\$ 1,150.00	
4		LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL DE 2 LAMPARAS DE 32W 18. CON GABINETE DE 30x122 CM. FABRICADO EN LAMINA DE ACERO ESMALTADO AL HORNO COLOR BLANCO. BALASTRO ELECTRONICO DE ARRANQUE INSTANTANEO DE 2x32 W. EN 127V. CAT HIL 252-EI MCA HOLOPHANE	PZA	1.00	\$ 707.00	

PRECIOS NETOS EN MONEDA NACIONAL

L A B PLANTA HOLOPHANE

TIEMPO DE ENTREGA 4 A 5 SEMANAS

50% ANTICIPO, RESTO CONTRA AVISO DE MERCANCIA LISTA

PARA SU EMBARQUE

SUBTOTAL

\$0.00

15% IVA

\$0.00

TOTAL:

\$0.00

ATTE

HOLOPHANE S. A. DE C. V

ING. JAVIER CASTILLO TORRES

DEPTO. VENTAS Z. CENTRO

OTIS

TESIS FALLA DE ORIGEN

INSURGENTES SUR
COL. SAN ANGEL
MEXICO, D.F.

MAYO 28, 2013

ATENCIÓN
Ing. Ramón Hernández

NEGOCIACION NO. 5751277A-02A

NO. DE SERIE	TIPO DE ELEVADOR	CARACTERISTICAS DEL EQUIPO EXISTENTE	PROG. DE 'MATERIALES'	TRABAJOS DE INSTALACION
MITSUBISHI	SEIS (6) ELEVADORES DE PASAJEROS	CAPACIDAD 1,120 VELOCIDAD: 1.75 M/S PARADAS: 15 DESEMBARQUES: 15 RECORRIDO 51.70 Mis	6 MESES	2.5 MESES POR ELEVADOR

PRODUCTOS Y TRABAJOS DE MODERNIZACION

- * CONTROL MCS-321M
- * MAQUINA Y MOTOR
- * SISTEMA DE INTERCOMUNICACION
- * DISPOSITIVO PESACARGAS
- * LUZ DE EMERGENCIA
- * OPERACIÓN EN CASO DE SISMO
- * SISTEMA P/OPERAR CON LA PLANTA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO
- * PESAS PARA CONTRAPEZO
- * CABLES TRACTORES
- * SEÑALIZACION MOD-2000-STD
- * INDICADORES DIGITALES
- * INTERRUPTORES TERMINALES
- * ALAMBRADO GENERAL
- * SES FASE I & II (BOMBEROS)
- * SERVICIO INDEPENDIENTE
- * DETECTOR LAMBDA III
- * REMODELACION DE CABINA
- * EXTRACTOR DE AIRE
- * OPERADOR DE PUERTAS

SE EFECTUARAN TRABAJOS DE REHABILITACION, LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A LOS ELEVADORES

C.PRECIO DE VENTA

3 ELEVADORES PANORAMICOS	
3 ELEVADORES DE SERVICIO	
	IMPORTE (6) ELEVADORES \$ 358,720.00 USD
	IVA \$ 53,808.00 USD
	TOTAL \$ 412,528.00 USD
TIPO DE CAMBIO	
1USD = \$1060 M.N.	TOTAL \$ 4,372,796.80 M N

PLAZO DE ENTREGA DEL EQUIPO

El plazo de entrega del equipo inicia a partir de la firma del presente documento y pago del anticipo

Num: 5751277A 02 A.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

York México

YORK INTERNATIONAL, S.A. DE C.V.

México D.F. a 5 de Marzo del 2003.

INSURGENTES SUR
MEXICO D F
A.T.N. Ing. Hamon Hernandez

Por medio de la presente los extendemos un cordial saludo y deseamos poner a su amable consideración la cotización del equipo solicitado:

Unidad generadora de agua helada "MILLENNIUM/MAXE" con condensador enfriado por agua, compresor semi-hermético tipo tornillo marca YORK modelo YRWDWDT2-46A con capacidad nominal de 350 T.R., para operar a 460v-3f-60hz. Incluye enfriador de aceite, interruptor de baja presión, aislamiento de 3/4" de espesor en el evaporador, patines de embarque, interruptores de flujo en condensador y en evaporador, carga inicial de refrigerante R-134a, amancador de Estado Sólido, resortes antivibratorios y tablero de control microcomputanzado con pantalla digital tipo smart panel.

Tiempo de entrega: 12-14 semanas

PRECIO UNITARIO: \$ 85,773.00 USD

NOTAS:

- Precios netos unitarios L.A.B. (libre a bordo) en Monterrey, N.L.
- Precios sin I.V.A. ni seguro de transporte incluidos.
- Favor de considerar 2.9 al millar del costo total de los equipos antes de I.V.A. como seguro de transporte.
- Condiciones comerciales: 50% anticipo, Saldo C. A. E. (Contra aviso de embarque)
- Los precios en USD son pagaderos al tipo de cambio vigente de la fecha en la que se realice el pago correspondiente (anticipo o saldo).
- Vigencia de la cotización: 30 días
- NO INCLUYEN MANIOBRAS, INSTALACIÓN NI ARRANQUE DE LOS EQUIPOS

Sin otro particular por el momento y en espera de sus comentarios quedamos a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE

ING. MIRIAM TORRES CALDELAS
VENTAS
TEL 51-40-12-42
FAX 51-40-12-06

PLANTA Y OFICINAS GENERALES: Carretera Miguel Alemán Km 11.2 C.P. 66600 Tel (81) 83-63-1000 Fax (81) 83-59-1050
Apdo. N. L. Apdo Postal 1900 Ixmiquilte, N.L. México
OFICINA DE VENTAS: Paseo de la Reforma No 76 Octavo Piso C.P. 06600 México D.F. Tel (55) 51-40-12-00 Fax: (55) 51-40-12-06



YR MAXE CHILLER PERFORMANCE SPECIFICATION

chiller	1	YRWDWDT2-46A	350	460/3/60	R-134A
---------	---	--------------	-----	----------	--------

LWT (°F)	55 (6)	75 (60)
RWT (°F)	45 (6)	84 (19)
Flow Rate (gpm)	540	1050
Pressure Drop (ft)	11.6	11.1
Fluid Type (%)	WATER	WATER
Circuit No. of Passes	2	2
Fouling Factor (ft ² °F hr / (ft))	0.0010	0.0025
Tube No. - Description	181 - 0.075" Enhanced Copper	260 - 0.075" CSL Enhanced Copper
Design Working Pressure (psig)	150	150
Entering Water Nozzle @ Location	0	R
Leaving Water Nozzle @ Location	14	S
Water Box Weight, ea (lbs)	209	170
Cover Plate Weight, ea (lbs)	N/A	N/A
Return Head Weight (lbs)	165	132
Water Weight (lbs)	781	931

KW	167	FLA	236	Operating Wt (lbs)	22009
KW/Ton	0.477	LRA	1732	Refrigerant Wt (lbs)	1250
NPLV (1)	0.450	Inrush Amps	779	Oil Charge (gal)	10
Shaft HP	223			Motor Wt (lbs)	N/A
		Min Circuit Amps	298	Compressor Wt (lbs)	6633
		Max Fuse Breaker	200	Starter Wt (lbs)	200
				Shipping Wt (lbs)	20727
		Type Starter	Solid State Starter		

Notes

(1) Chiller NPLV value calculated to ARI Standard 550-590-98 equation

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Project Name: INSURGENTES C.D. DE MEXICO	Sold To	
Location	Customer Purchase Order No.	
Engineer	York Contract No.	
Contractor	Date	Revision Date
Printed 10/03/2003 11:23:00		Chiller Performance
Doc Path: C:\BILL		Page 1 of 1

TABLA A - 11.1

CÁLCULO DE LUMINARIOS

PISO 3 TORRE A

NÚMERO	ÁREA	LARGO (m)	ANCHO (m)	SUPERFICIE	NIVEL	LUXES	NO. TUBOS 32 W *	NO. LUMINARIOS 3 X 32 W	
				LARGO X ANCHO (m ²)	LUMÍNICO LUXES / m ²			SUP X LUXES / m ²	LUXES LUMENS
1	DIRECTOR	5.50	3.50	19.25	600.00	11 550.00	3.85	1.28	2
2	FOTOCOPIAS	5.50	4.00	22.00	400.00	8 800.00	2.93	0.98	2
3	PRIVADO	5.00	2.50	12.50	600.00	7 500.00	2.50	0.83	2
4	DIRECTOR	5.50	4.00	22.00	600.00	13 200.00	4.40	1.47	2
5	JEFES DEPTO	10.50	8.00	84.00	600.00	50 400.00	16.80	5.60	8
6	JEFES DEPTO	8.00	5.50	44.00	600.00	26 400.00	8.80	2.93	4
7	SALA JUNTAS	5.50	4.50	24.75	600.00	14 850.00	4.95	1.65	2
8	JEFES DEPTO	9.00	8.00	72.00	600.00	43 200.00	14.40	4.80	7
9	JEFES DEPTO	9.00	4.00	36.00	600.00	21 600.00	7.20	2.40	3
10	DIRECTOR	9.00	4.00	36.00	600.00	21 600.00	7.20	2.40	5
11	SECRETARIAS	5.00	4.30	21.50	600.00	12 900.00	4.30	1.43	2
12	SUBDIRECTOR	5.50	4.50	24.75	600.00	14 850.00	4.95	1.65	2

* Flujo luminoso de una lámpara fluorescente de 32 W = 3000 lm

TESTS CON
 FALLA DE ORIGEN

TABLA A - 11.2

CÁLCULO DE LUMINARIOS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PISO 3 TORRE B

NÚMERO	ÁREA	LARGO (m)	ANCHO (m)	SUPERFICIE LARGO X ANCHO (m ²)	NIVEL LUMÍNICO	LUXES	NO. TUBOS 32 W *	NO. LUMINARIOS 3 X 32 W	
					LUXES / m ²			SUP X LUXES / m ²	LUXES/LUMENS
1	DIRECTOR	6,00	4,20	25,20	600,00	15.120,00	5,04	1,68	2
2	SUBDIRECTOR	4,20	4,20	17,64	600,00	10.584,00	3,53	1,18	2
3	JEFES DEPTO	5,80	4,20	24,36	600,00	14.616,00	4,87	1,62	3
4	DIRECTOR	5,80	4,20	24,36	600,00	14.616,00	4,87	1,62	2
5	PRIVADO	2,00	4,20	8,40	600,00	5.040,00	1,68	0,56	1
6	JEFES DEPTO	6,00	3,00	18,00	600,00	10.800,00	3,60	1,20	3
7	AUXILIARES	3,80	3,00	11,40	600,00	6.840,00	2,28	0,76	2
8	SECRETARIAS	20,00	4,60	92,00	600,00	55.200,00	18,40	6,13	9
9	SECRETARIAS	6,00	4,60	27,60	600,00	16.560,00	5,52	1,84	3
10	BODEGA	6,00	3,50	21,00	400,00	8.400,00	2,80	0,93	2
11	SECRETARIAS	11,00	4,00	44,00	600,00	26.400,00	8,80	2,93	5
12	SECRETARIAS	7,50	3,20	24,00	600,00	14.400,00	4,80	1,60	2
13	SUBDIRECTOR	5,70	4,00	22,80	600,00	13.680,00	4,56	1,52	2
14	SUBDIRECTOR	4,50	4,00	18,00	600,00	10.800,00	3,60	1,20	2
15	JEFES DEPTO	8,00	5,50	44,00	600,00	26.400,00	8,80	2,93	4
16	JEFES DEPTO	8,00	5,50	44,00	600,00	26.400,00	8,80	2,93	6
17	AREA EXPANSION	5,00	5,00	25,00	600,00	15.000,00	5,00	1,67	2

* Flujo luminoso de una lámpara fluorescente de 32 W = 3000 lm

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN.

TABLA A-11.3

ALUMBRADO NORMAL EN OFICINAS LUMINARIOS PROPUESTOS							
PISO	CANTIDAD DE LUMINARIOS		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	TORRE A	TORRE B	FASES				
	3 X 32 (W)	3 X 32 (W)	A	B	C		
PLANTA BAJA	37	86	3.936	3.936	3.936	11.808	34,47
MEZANINE	40	46	2.688	2.784	2.784	8.256	24,10
NIVEL 1	52	85	4.416	4.320	4.416	13.152	38,40
NIVEL 2	54	86	4.512	4.512	4.416	13.440	39,24
NIVEL 3	52	80	4.224	4.224	4.224	12.672	36,99
NIVEL 4	53	82	4.320	4.320	4.320	12.960	37,83
NIVEL 5	56	84	4.512	4.512	4.416	13.440	39,24
NIVEL 6	56	46	3.264	3.264	3.264	9.792	28,59
NIVEL 7	49	46	3.072	2.976	3.072	9.120	26,62
NIVEL 8	52	44	3.072	3.072	3.072	9.216	26,90
NIVEL 9	49	45	2.976	3.072	2.976	9.024	26,34
NIVEL 10	50	46	3.072	3.072	3.072	9.216	26,90
NIVEL 11	51	48	3.168	3.168	3.168	9.504	27,75
NIVEL 12	52	42	2.976	3.072	2.976	9.024	26,34
NIVEL 13	53	47	3.168	3.168	3.264	9.600	28,03
TOTAL	756	913	53.376	53.472	53.376	160.224	467,75

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A-12

ALUMBRADO NORMAL EN BAÑOS Y PASILLOS

LUMINARIOS PROPUESTOS

PISO	CANTIDAD DE LUMINARIOS				DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	2 X 32 (W)	3 X 32 (W)	26 (W)	1 x 32 (W)	FASES				
					A	B	C		
PLANTA BAJA	2	8	10	10	500	488	488	1.476	4,31
MEZANINE	4	8	10	10	538	526	540	1.604	4,68
NIVEL 1	4	8	10	10	540	538	526	1.604	4,68
NIVEL 2	4	8	10	10	526	540	538	1.604	4,68
NIVEL 3	4	8	10	10	538	526	540	1.604	4,68
NIVEL 4	4	8	10	10	540	538	526	1.604	4,68
NIVEL 5	4	8	10	10	526	540	538	1.604	4,68
NIVEL 6	4	8	10	10	538	526	540	1.604	4,68
NIVEL 7	4	8	10	10	540	538	526	1.604	4,68
NIVEL 8	4	8	10	10	526	540	538	1.604	4,68
NIVEL 9	4	8	10	10	538	526	540	1.604	4,68
NIVEL 10	4	8	10	10	540	538	526	1.604	4,68
NIVEL 11	4	8	10	10	526	540	538	1.604	4,68
NIVEL 12	4	8	10	10	526	538	540	1.604	4,68
NIVEL 13	2	8	10	10	488	500	488	1.476	4,31
TOTAL	56	120	150	150	7.930	7.942	7.932	23.804	69,49

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A-13

ALUMBRADO NORMAL EN ESTACIONAMIENTOS							
LUMINARIOS PROPUESTOS							
PISO	CANTIDAD DE LUMINARIOS		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
	2 X 32 (W)	1 X 32 (W)	FASES				
			A	B	C		
PLANTA BAJA	36	----	768	768	768	2.304	6,73
SOTANO 1	53	----	1.152	1.152	1.088	3.392	9,90
SOTANO 2	52	----	1.088	1.088	1.152	3.328	9,72
SOTANO 3	52	----	1.152	1.088	1.088	3.328	9,72
SOTANO 4	52	----	1.088	1.152	1.088	3.328	9,72
SOTANO 5	28	1	576	608	640	1.824	5,32
TOTAL	273	1	5.824	5.856	5.824	17.504	51,10

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 14

AIRE ACONDICIONADO GENERAL								
CAMBIO PROPUESTO								
EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)	CARGA CIRCUITO (W)
	(W)	(HP)	FASES					
			A	B	C	INSTALADOS		A USAR
UGAH 1	167.000		55.667	55.667	55.667	167.000	487.53	167.000
UGAH 2	167.000		55.667	55.667	55.667	167.000	487.53	0
BOMBA CONDENSADOS 1		30	7.460	7.460	7.460	22.380	65.34	22.380
BOMBA CONDENSADOS 2		30	7.460	7.460	7.460	22.380	65.34	22.380
BOMBA CONDENSADOS 3		30	7.460	7.460	7.460	22.380	65.34	0
BOMBA AGUA HELADA 1		50	12.433	12.433	12.433	37.300	108.89	37.300
BOMBA AGUA HELADA 2		50	12.433	12.433	12.433	37.300	108.89	37.300
BOMBA AGUA HELADA 3		50	12.433	12.433	12.433	37.300	108.89	0
MANEJADORAS TORRE A	83.925		27.975	27.975	27.975	83.925	245.01	83.925
MANEJADORAS TORRE B	102.016		34.005	34.005	34.005	102.016	297.82	102.016
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1		15	3.730	3.730	3.730	11.190	32.67	11.190
TORRE DE ENFRIAMIENTO 2		15	3.730	3.730	3.730	11.190	32.67	11.190
MINISPLITS TORRE A	18.000		6.000	6.000	6.000	18.000	52.55	18.000
MINISPLITS TORRE B	27.600		9.200	9.200	9.200	27.600	80.57	27.600
ELECTRONIVELES		1	249	249	249	746	2.18	746
TOTAL			255.902	255.902	255.902	767.707	2241.22	541.027

NOTA: LAS UGAH FUNCIONAN ALTERNADAMENTE
LAS BOMBAS DE AGUA HELADA Y DE CONDENSADOS FUNCIONAN 2 DE 3

OTIS CON
 FALLA DE ORIGEN

TABLA A - 15

ELEVADORES PROPUESTOS								
	EQUIPO	CAPACIDAD		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS (W)			CARGA CIRCUITO (W)	CORRIENTE (A)
		(W)	(HP)	FASES				
				A	B	C		
PANORÁMICOS	ELEVADOR P-1	22.000	29	7.333	7.333	7.333	22.000	64.23
	ELEVADOR P-2	22.000	29	7.333	7.333	7.333	22.000	64.23
	ELEVADOR P-3	22.000	29	7.333	7.333	7.333	22.000	64.23
NORMALES	ELEVADOR N-1	15.000	20	5.000	5.000	5.000	15.000	43,79
	ELEVADOR N-2	15.000	20	5.000	5.000	5.000	15.000	43,79
	ELEVADOR N-3	15.000	20	5.000	5.000	5.000	15.000	43,79
TOTAL				37.000	37.000	37.000	111.000	324,05

NOTA. EL FABRICANTE DE ELEVADORES OTIS, GARANTIZA QUE SUS ELEVADORES, UTILIZANDO EL SISTEMA DE CONTROL, TIENEN UN AHORRO DE ENERGÍA DEL 30 %, POR LA FORMA DE HACER EFICIENTE EL CONSUMO POR LOS CONTROLES DE PESO DE LA CABINA, CONTROL DE ARRANQUE, LLAMADAS Y PARADAS CONTROLADAS POR EL SISTEMA CENTRAL.

CARGA NORMAL (kW)	30 % DE AHORRO DE ENERGÍA (kW)	CARGA PARA CÁLCULOS (kW)
111,00	33,30	77,70

TABLA A-16

RELACION DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN								
ILUMINACIÓN INSTALACIONES ACTUALES								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (kW)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kWh) por DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
ILUMINACIÓN DE OFICINAS	260,36 (TABLA A-1)	11	2.863,96	\$0,86	\$2.451,55	\$12.257,75	\$53.934,09	\$647.209,14
ILUMINACIÓN DE BAÑOS Y PASILLOS	43,94 (TABLA A-2)	11	483,34	\$0,86	\$413,74	\$2.068,70	\$9.102,26	\$109.227,11
ILUMINACIÓN SÓTANOS	21,33 (TABLA A-3)	11	234,63	\$0,86	\$200,84	\$1.004,22	\$4.418,55	\$53.022,63
TOTAL	325,63	11	3.581,93	\$0,86	\$3.066,13	\$15.330,66	\$67.454,91	\$809.458,87

TESIS COM
FALLA DE ORIGEN

TABLA A-16 (Continuación)

RELACIÓN DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN								
INSTALACIONES PROPUESTAS								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (kW)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kW/h) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
ILUMINACIÓN DE OFICINAS	160,22 (TABLA A-11)	11	1.762,42	\$0,86	\$1.508,63	\$7.543,16	\$33.189,89	\$398.278,72
ILUMINACIÓN DE BAÑOS Y PASILLOS	23,80 (TABLA A-12)	11	261,80	\$0,86	\$224,10	\$1.120,50	\$4.930,22	\$59.162,61
ILUMINACIÓN DE SÓTANOS	17,50 (TABLA A-13)	11	192,50	\$0,86	\$164,78	\$823,90	\$3.625,16	\$43.501,92
TOTAL	201,52	11	2.216,72	\$0,86	\$1.897,51	\$9.487,56	\$41.745,27	\$500.943,25

TRAZOS CON
 FALLA DE ORIGEN

TRABAJOS CON
PULGAS DE ORO

TABLA A-16 (Continuación)

DIFERENCIA DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO ÁREA DE ILUMINACIÓN								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (kW)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kW/h) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
INSTALACIÓN ACTUAL TOTAL	325,63	11	3.581,93	\$0,86	\$3.066,13	\$15.330,66	\$67.454,91	\$809.458,87
INSTALACIÓN PROPUESTA TOTAL	201,52	11	2.216,72	\$0,86	\$1.897,51	\$9.487,56	\$41.745,27	\$500.943,25
AHORRO DE ENERGÍA	124,11	11	1.365,21	\$0,86	\$1.168,62	\$5.843,10	\$25.709,63	\$308.515,62

TABLA A-17

RELACION DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO DE AIRE ACONDICIONADO								
INSTALACIONES ACTUALES Y PROPUESTAS								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (Kw)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kW/h) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
AIRE ACONDICIONADO ACTUAL	839.88 (TABLA A-5)	11	9.239	\$0.86	\$7.908,31	\$39.541,55	\$173.982,82	\$2.087.793,86
AIRE ACONDICIONADO PROPUESTO	541.02 (TABLA A-14)	11	5.951	\$0.86	\$5.094,24	\$25.471,22	\$112.073,38	\$1.344.880,50
DIFERENCIA CONSUMO	298,86	11	3.287	\$0.86	\$2.814,07	\$14.070,33	\$61.909,45	\$742.913,36

UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA, 350 T.R.

MARCA: YORK

MODELO: YRWDWDT2

REFRIGERANTE: R - 143a

46 A - 460 V - 167 W - 0.477 Kw /Ton

**TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN**

	IMPORTE DÓLARES	IVA	TOTAL DÓLARES	TIPO CAMBIO	COSTO PESOS	AHORRO DE ENERGÍA ANUAL	TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN EN AÑOS	
COSTO POR EQUIPO	\$85.773,00	\$12.865,95	\$98.638,95	\$10,60	\$1.045.572,87	\$742.913,36	1,4	POR EQUIPO
							2,8	POR LOS DOS EQUIPOS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 18

COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO DE ELEVADORES								
	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (kW)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kWh) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
ELEVADORES ACTUALES	111,00	9	999,00	\$0,86	\$855,14	\$4.275,72	\$18.813,17	\$225.758,02
ELEVADORES PROPUESTOS	77,70	9	699,30	\$0,86	\$598,60	\$2.993,00	\$13.169,22	\$158.030,67
DIFERENCIA Y AHORRO	33,30	9	299,70	\$0,86	\$256,54	\$1.282,72	\$5.643,95	\$67.727,40

TABLA A - 19.1

COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO MENSUAL DE ILUMINACIÓN			
CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	IMPORTE
130	TUBOS 39 W	\$11,50	\$1.495,00
70	BALASTROS 2 X 39	\$80,50	\$5.635,00
COSTO MENSUAL MATERIALES			\$7.130,00
COSTO MENSUAL MANO DE OBRA			\$15.000,00
TOTAL MENSUAL			\$22.130,00

CADA LUMINARIA DE 4 X 39 UTILIZA 2 BALASTROS DE 2 X 39 W
 Y 4 TUBOS DE 39 W T - 12. TIEMPO DE VIDA = 2 AÑOS

CON FALLA DE ORIGEN

COSTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA DEL EQUIPO DE ILUMINACIÓN ACTUAL			
PERIODO	COSTO DE MANTENIMIENTO MENSUAL	COSTO DE ENERGÍA MENSUAL (TABLA A-16)	COSTO TOTAL MENSUAL
1° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
2° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
3° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
4° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
5° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
6° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
7° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
8° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
9° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
10 MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
11° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
12° MES	\$22.130,00	\$67.454,91	\$89.584,91
COSTO ANUAL =			\$1.075.018,92

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A - 19.2

COSTO DEL EQUIPO DE ILUMINACIÓN PARA INVERSIÓN			
CANTIDAD	LUMINARIA	COSTO UNIT.	IMPORTE
1,669	Refract -G 82	\$1,518.00	\$2,533,542.00
56	NHW-H71 232	\$1,150.00	\$64,400.00
273	HIL 232 Indust.	\$707.00	\$193,011.00
75	CANALETA 32 W	\$280.00	\$21,000.00
120	Refract -G 82	\$1,518.00	\$182,160.00
150	PL 26 W	\$250.00	\$37,500.00
INVERSIÓN =			\$3,031,613.00

COSTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA DEL EQUIPO DE ILUMINACIÓN PROPUESTO			
PERIODO	MANTENIMIENTO	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (TABLA A-16)	COSTO MENSUAL
1° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
2° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
3° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
4° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
5° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
6° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
7° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
8° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
9° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
10 MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
11° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
12° MES	\$0.00	\$41,745.27	\$41,745.27
COSTO ANUAL =			\$500,943.24

TABLA A - 19.2 (Continuación)

COSTO DE CONSUMO ANUAL EQUIPO ACTUAL	\$1,075,018.92
COSTO DE CONSUMO ANUAL EQUIPO PROPUESTO	<u>\$500,943.24</u>
AHORRO DE ENERGÍA	\$574,075.68

TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN = $\frac{\text{INVERSIÓN}}{\text{AHORRO DE ENERGÍA}}$

TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN = $\frac{\$3,031,613.00}{\$574,075.68} = 5.28$

EN MENOS DE CINCO AÑOS Y MEDIO SE RECUPERA LA INVERSIÓN DEL CAMBIO DE LUMINARIOS AHORRADORES DE ENERGÍA.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA A - 20.1

COSTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ACTUAL DE AIRE ACONDICIONADO					
PERIODO	MANTENIMIENTO MENSUAL	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	EQUIPO A REPARAR	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (TABLA A-17)	COSTO TOTAL MENSUAL
1" MES	\$15.000,00	\$50.000,00	UGAH - 2	\$173.982,82	\$238.982,82
2" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
3" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
4" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
5" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
6" MES	\$15.000,00	\$65.000,00	UGAH - 1	\$173.982,82	\$253.982,82
7" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
8" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
9" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
10" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
11" MES	\$15.000,00			\$173.982,82	\$188.982,82
12" MES	\$15.000,00	\$70.000,00	UGAH - 2	\$173.982,82	\$258.982,82
				COSTO ANUAL =	\$2.452.793,84

TIEMPO DE VIDA

5 AÑOS

MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO UGAH 1	\$50.000
MANTENIMIENTO MENSUAL TODO EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	\$15.000
MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO A 6 MESES UGAH 2	\$65.000
MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO ANUAL UGAH 1	\$70.000

EL CICLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LAS UGAH's SE REPITE ALTERNATIVAMENTE

TABLA A - 20.2

COSTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO PROPUESTO			
PERIODO	MANTENIMIENTO MENSUAL	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (TABLA A- 17)	COSTO TOTAL MENSUAL
1° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
2° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
3° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
4° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
5° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
6° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
7° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
8° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
9° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
10 MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
11° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
12° MES	\$12,000.00	\$112,073.38	\$124,073.38
COSTO ANUAL =			\$1,488,880.56

INVERSIÓN POR EQUIPO \$1,045,572.00

INVERSIÓN POR LOS DOS EQUIPOS \$2,091,144.00

COSTO DE CONSUMO ANUAL EQUIPO ACTUAL \$2,452,793.84

COSTO DE CONSUMO ANUAL EQUIPO PROPUESTO \$1,488,880.56

AHORRO DE ENERGÍA \$963,913.28

TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN = $\frac{\text{INVERSIÓN}}{\text{AHORRO DE ENERGÍA}}$

TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN = $\frac{\$2,091,144.00}{\$963,913.28} = 2.17$

EN MENOS DE DOS AÑOS Y MEDIO SE RECUPERA LA INVERSIÓN DE LOS DOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO (CHILLERS) UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA

TABLA A - 21.1

COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO Y MANTENIMIENTO DE ELEVADORES ACTUALES				
PERIODO	MANTENIMIENTO MENSUAL	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (TABLA A-18)	COSTO MENSUAL
1° MES	\$25.011,00	\$49.828,00	\$18.813,17	\$93.652,17
2° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
3° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
4° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
5° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
6° MES	\$25.011,00	\$53.218,00	\$18.813,17	\$97.042,17
7° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
8° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
9° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
10 MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
11° MES	\$25.011,00	\$65.350,00	\$18.813,17	\$109.174,17
12° MES	\$25.011,00		\$18.813,17	\$43.824,17
COSTO ANUAL =				\$694.286,04

MANTENIMIENTO MENSUAL		\$25.011,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO 6 ELEVADORES		\$49.828,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO A 6 MESES	6 ELEVADORES	\$53.218,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO 11 MESES	6 ELEVADORES	\$65.350,00

EL COSTO DE MANTENIMIENTO ACTUAL, AUMENTARÁ CADA VEZ MÁS POR EL CAMBIO DE REFACCIONES Y DETERIORO POR LO ANTIGUO DEL EQUIPO.

TABLA A-21.2

COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO Y MANTENIMIENTO DE ELEVADORES ACTUALES			
PERIODO	MANTENIMIENTO MENSUAL	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (TABLA A-18)	COSTO MENSUAL
1° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
2° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
3° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
4° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
5° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
6° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
7° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
8° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
9° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
10 MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
11° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
12° MES	\$12,000.00	\$13,169.22	\$25,169.22
COSTO ANUAL =			\$302,030.64

ELEVADORES PROPUESTOS MARCA OTIS MODELO GEN 2

COSTO DE CONSUMO ANUAL EQUIPO ACTUAL	\$694,286.04
COSTO DE CONSUMO ANUAL EQUIPO PROPUESTO	<u>\$302,030.64</u>
AHORRO DE ENERGÍA	\$392,255.40

$$\text{TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN} = \frac{\text{INVERSIÓN}}{\text{AHORRO DE ENERGÍA ANUAL}}$$

$$\text{TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN} = \frac{\$4,372,796.00}{\$392,255.40} = 11.15$$

EN ONCE AÑOS Y DOS MESES SE RECUPERA LA INVERSIÓN DEL CAMBIO DE ELEVADORES PROPUESTOS.

TABLA A - 22

RELACIÓN DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO GENERAL								
INSTALACIONES ACTUALES								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (kW)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kW/h) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
ILUMINACIÓN	325.63	11	3,582	\$0.856	\$3,066	\$15,331	\$67,455	\$809,459
AIRE ACONDICIONADO	839.88	11	9,239	\$0.856	\$7,908	\$39,542	\$173,983	\$2,087,794
ELEVADORES	111.00	9	999	\$0.856	\$855	\$4,276	\$18,813	\$225,758
TOTAL	1,277		13,820	\$0.856	\$11,830	\$59,148	\$260,251	\$3,123,011

RELACIÓN DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO GENERAL								
INSTALACIONES PROPUESTAS								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (kW)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kW/h) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
ILUMINACIÓN	201.52	11	2,217	\$0.856	\$1,898	\$9,488	\$41,745	\$500,943
AIRE ACONDICIONADO	541.02	11	5,951	\$0.856	\$5,094	\$25,471	\$112,073	\$1,344,881
ELEVADORES	77.70	9	699	\$0.856	\$599	\$2,993	\$13,169	\$158,031
TOTAL	820		8,867	\$0.856	\$7,590	\$37,952	\$166,988	\$2,003,854

TABLA A - 22 (Continuación)

DIFERENCIA DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO GENERAL								
ÁREA	CANTIDAD TOTAL INSTALADA (Kw)	TIEMPO CONSUMO HRS/DÍA	TOTAL (kW/h) POR DÍA	COSTO kW/h (\$)	COSTO DIARIO (\$)	COSTO POR SEMANA (\$) 5 DÍAS HÁBILES	COSTO MENSUAL (\$) 22 DÍAS HÁBILES	COSTO ANUAL (\$) 12 MESES
INSTALACION ACTUAL TOTAL	1,277	11	13,820	\$0.856	\$11,830	\$59,148	\$260,251	\$3,123,011
INSTALACION PROPUESTA TOTAL	820	11	8,867	\$0.856	\$7,590	\$37,952	\$166,988	\$2,003,854
DIFERENCIA AHORRO	456		4,952	\$0.856	\$4,239	\$21,196	\$93,263	\$1,119,156

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

146

Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética aplicables a este proyecto

INTRODUCCIÓN

La normalización es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos, las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio.

Los principios básicos en el proceso de normalización son: representatividad, consenso, consulta pública, modificación y actualización.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización que está en vigor desde el 16 de julio de 1992, establece que corresponde a las dependencias de la Administración Pública Federal, en su ámbito de competencia, constituir los Comités Consultivos Nacionales de Normalización (CCNN) para expedir Normas Oficiales Mexicanas (NOM) sobre productos, sistemas, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades, así como certificar, verificar e inspeccionar su cumplimiento.

Este proceso se lleva a cabo mediante la elaboración, expedición y difusión a nivel nacional de las normas que pueden ser de tres tipos principalmente:

- a) Norma Oficial Mexicana. Es la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias normalizadoras competentes a través de sus respectivos comités consultivos nacionales de normalización (CCNN), de conformidad con las finalidades establecidas en el artículo 40 de Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.
- b) Norma Mexicana. La que elabore un organismo nacional de normalización, o la Secretaría de Economía en ausencia de ellos en conformidad con lo dispuesto por el artículo 54 de la LFMN, en los términos de la LFMN, que prevé para uso común y repetidas reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables aun producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.
- c) Las Normas de Referencia que elaboran las entidades de la Administración Pública de conformidad por lo dispuesto por el artículo 67 de la LFMN, para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrenden o contratan las Normas Mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables.

Las NOM son de aplicación obligatoria porque tienen como finalidad establecer las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. La Secretaría de Energía expide las NOM de eficiencia energética, las cuales son formuladas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), que es presidido por el Director General de la CONAE.

Las NOM de eficiencia energética son especificaciones técnicas, accesibles al público, establecidas con la colaboración y el consenso de los involucrados, basadas en los resultados conjuntos de la ciencia, la tecnología y la experiencia, que tienen como objetivo el beneficio óptimo de la comunidad a través de la preservación de los recursos energéticos y del ambiente. Estas NOM aprobadas por la Secretaría de Energía son obligatorias para todos los productos e instalaciones en la República Mexicana comprendidos en su campo de aplicación.

El proceso de emisión de las NOM establecido por la Ley les da un carácter institucional y testimonial, quedando como especificaciones permanentes que son actualizadas periódicamente de acuerdo con el estado actual y las perspectivas de desarrollo del mercado y la tecnología nacional e internacional.

Dentro del proceso de normalización, para la elaboración de las normas nacionales se consultan las normas o lineamientos internacionales y normas extranjeras, las cuales se definen a continuación:

1.- Norma o Lineamiento Internacional: La norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional.

2.- Norma Extranjera: La norma que emite un organismo o dependencia de normalización pública o privado reconocido oficialmente por un país.

La responsabilidad de la Dirección General de Normas (DGN) de elaborar y mantener un catálogo de normas se encuentra prevista en la fracción 2 del artículo 39 de la LFMN, en cual impone a la Secretaría de Economía la obligación de codificar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) por materias, mantener el inventario y colección de las NOM's y Normas Mexicanas (NMX's) así como de las normas de referencia y normas internacionales.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el nivel mínimo de relación de eficiencia energética estacional (REEE) que deben cumplir los acondicionadores de aire tipo central; especifica además los métodos de prueba que deben usarse para verificar dicho cumplimiento y define los requisitos que se deben de incluir en la etiqueta de información al público.

2. Campo de aplicación

Esta Norma aplica para los acondicionadores de aire tipo central, tipo paquete o tipo dividido, operados con energía eléctrica, en capacidades de enfriamiento de 10,540 W hasta 17,580 W que funcionan por compresión mecánica y que incluyen un serpentín evaporador enfriado de aire, un compresor y un serpentín condensador enfriado por aire o por agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos. Esta Norma no incluye métodos de prueba para evaluar la eficiencia de componentes individuales de los equipos¹.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma se debe consultar la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente o la que la sustituya:
NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

4. Clasificación

Los equipos tipo central, incluidos en el alcance de ésta Norma, deben ser clasificados de la siguiente forma:

4.1 Según la disposición de los componentes

- equipos tipo dividido
- equipos tipo paquete

4.2 Según el método de intercambio de calor del serpentín condensador

- enfriado por aire
- enfriado por agua

5. Especificaciones

5.1 Límite de valor de Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE)

Los equipos objeto de esta Norma Oficial Mexicana deben cumplir con el siguiente valor de Relación de Eficiencia Energética Estacional:

¹ No aplica para los acondicionadores de aire tipo divididos, que se conocen como mini-split

**TABLA 1.- Nivel de Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE),
mínimo en acondicionadores de aire tipo central**

Capacidad de enfriamiento (watts)	REEE mínima (Wt/We)
De 10,540 a 17,580	2.93

REEE es la relación del enfriamiento total de un equipo de aire acondicionado tipo central en watts térmicos (Wt), transferidos del interior al exterior durante un año de uso, dividido entre la potencia eléctrica total suministrada al equipo en watts eléctricos (We) durante el mismo lapso.

6. Etiquetado

Los acondicionadores de aire tipo central objeto de esta Norma, que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos, deben llevar, con independencia de la que se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCFI-1994, Información comercial. Disposiciones generales para productos, una etiqueta que proporcione a los usuarios información sobre la relación de eficiencia energética estacional que presenta el producto y que pueda ser comparada con la de otros de su misma capacidad de enfriamiento.

6.1 Permanencia

La etiqueta debe ir adherida o colocada en el producto ya sea por medio de un engomado, o en su defecto, por medio de un cordón, en cuyo caso, la etiqueta debe tener la rigidez suficiente para que no se flexione por su propio peso. En cualquiera de los casos no debe removerse del producto hasta después de que éste haya sido adquirido por el consumidor final.

6.2 Superficie principal de exhibición

La etiqueta debe estar ubicada en un área de exhibición del producto visible al consumidor.

6.3 Información

La etiqueta de Relación de Eficiencia Energética Estacional de los acondicionadores de aire tipo central debe marcarse en forma legible e indeleble y debe contener la información que se lista a continuación y de acuerdo a la distribución que se muestra en el ejemplo de etiqueta en la figura 1.

6.3.1 La leyenda: "EFICIENCIA ENERGETICA".

6.3.2 La leyenda "Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE)".

6.3.3 La leyenda "Determinada como se establece en la NOM-011-ENER-2002".

6.3.4 La leyenda "Marca:" seguida de la marca del acondicionador.

6.3.5 La leyenda "Modelo:" seguida del modelo del acondicionador.

6.3.6 La leyenda "Tipo: Acondicionador de aire central".

6.3.7 La leyenda "Capacidad de enfriamiento:" seguida de la capacidad de enfriamiento del acondicionador, expresada en watts.

6.3.8 La leyenda "Compare el ahorro de energía de este aparato con otros similares antes de comprar".

6.3.9 La leyenda "REEE establecida en la norma (Wt/We)" seguida de la REEE mínima establecida en el inciso 5.1 de esta Norma, para el acondicionador de aire tipo central.

6.3.10 La leyenda "REEE de este aparato" seguida de la REEE del acondicionador de aire tipo central.

6.3.11 La leyenda "Ahorro de energía de este aparato" de manera horizontal.

6.3.12 Una barra horizontal de tonos crecientes, del claro hasta el negro, indicando el por ciento de ahorro de energía, de 0% al 50% de 10% en 10%.

Abajo de la barra, en 0% debe colocarse la leyenda "Menor ahorro" y abajo de la barra en 50% debe colocarse la leyenda "Mayor ahorro".

6.3.13 Se debe colocar una flecha que indique el porcentaje de ahorro de energía que tiene el producto, obtenido con el siguiente cálculo:

$$\left(\left(\frac{\text{REEE de este modelo (Wt/We)}}{\text{REEE mínima para esta capacidad (Wt/We)}} \right) - 1 \right) \times 100\%$$

Esta flecha debe colocarse de tal manera que coincidan su punta y los tonos de la barra que están descritos en el inciso anterior, en que el ahorro de energía se represente gráficamente.

6.3.14 La leyenda "IMPORTANTE"

6.3.15 La leyenda "El ahorro de energía efectivo dependerá de los hábitos de uso y localización del aparato".

6.3.16 La leyenda "La etiqueta no debe retirarse del aparato hasta que haya sido adquirido por el consumidor final".

6.4 Dimensiones

Las dimensiones mínimas de la etiqueta son las siguientes:

Alto: 14.0 cm ± 1 cm

Ancho: 10.0 cm ± 1 cm

6.5 Distribución de la información y de los colores

6.5.1 La distribución de la información dentro de la etiqueta debe hacerse conforme al ejemplo de la figura 1.

6.5.2 La distribución de los colores se realiza de la siguiente manera:

Toda la información descrita en el inciso 6.3, así como las líneas y el contorno de la flecha deben ser de color negro. El resto de la etiqueta debe ser de color amarillo.

7. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

FIGURA 1. Ejemplo de etiqueta para acondicionadores de aire tipo central



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-014-ENER-1997 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, MONOFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE USO GENERAL EN POTENCIA NOMINAL DE 0.18 A 1.50 KW. LÍMITES, MÉTODO DE PRUEBA Y MARCADO.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los valores mínimos de eficiencia, el método de prueba para su evaluación, y la especificación de marcado de la eficiencia nominal en la placa de datos de los motores que se comercializan en los Estados Unidos Mexicanos.

2. Campo de aplicación

Esta Norma se aplica a motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general, en potencia nominal de 0.18 hasta 1.50 kW, 2 ó 4 polos, de fase dividida, con capacitor, abiertos o cerrados.

3. Clasificación

Están sujetos al cumplimiento de esta Norma los motores comprendidos dentro de la clasificación por potencia y tensión eléctrica nominal mostrada en la Tabla 2.

4. Especificaciones

4.1 Eficiencia nominal de motores monofásicos de inducción

Cualquier motor debe tener indicada en su placa de datos una eficiencia nominal igual o mayor a la especificada en la Tabla 2.

4.2 Eficiencia mínima asociada

Para ser aprobado, la eficiencia medida en un motor debe ser igual o mayor a la eficiencia mínima asociada a la eficiencia nominal de acuerdo con la Tabla 1.

4.3 Determinación de la eficiencia

Para determinar la eficiencia energética de motores de inducción monofásicos en potencia nominal de 0.18 a 1.50 kW se precisa como prueba única el método siguiente:

Los motores se prueban por el método de la medición directa de las potencias de entrada y de salida del motor operando a plena carga y en equilibrio térmico.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA 1.- Eficiencia nominal y eficiencia mínima asociada

Columna A Eficiencia nominal (%)	Columna B Eficiencia mínima (%)	Columna A Eficiencia nominal (%)	Columna B Eficiencia mínima (%)
99.0	98.8	90.2	88.5
98.9	98.7	89.5	87.5
98.8	98.6	88.5	86.5
98.7	98.5	87.5	85.5
98.6	98.4	86.5	84.0
98.5	98.2	85.5	82.5
98.4	98.0	84.0	81.5
98.2	97.8	82.5	80.0
98.0	97.6	81.5	78.5
97.8	97.4	80.0	77.0
97.6	97.1	78.5	75.5
97.4	96.8	77.0	74.0
97.1	96.5	75.5	72.0
96.8	96.2	74.0	70.0
96.5	95.8	72.0	68.0
96.2	95.4	70.0	66.0
95.8	95.0	68.0	64.0
95.4	94.5	66.0	62.0
95.0	94.1	64.0	59.5
94.5	93.6	62.0	57.5
94.1	93.0	59.5	55.0
93.6	92.4	57.5	52.5
93.0	91.7	55.0	50.5
92.4	91.0	52.5	48.0
91.7	90.2	50.5	46.0
91.0	89.5	48.0	43.0

Nota: los valores de la eficiencia nominal de la columna A se obtienen a partir del 99.0%, con incrementos de pérdidas del 10%. Los valores de eficiencia mínima asociada de la columna B, se obtienen incrementando las pérdidas en un 20%.

TABLA 2.- Eficiencia nominal para motores monofásicos de inducción tipo jaula de ardilla

Potencia nominal, kW		Tensión eléctrica nominal, V		
Mayor o igual a	Menor que	115 (%)	127 (%)	200 a 240 (%)
0.180	0.249	50.5	48.0	48.0
0.249	0.295	52.5	50.5	50.5
0.295	0.373	55.0	52.5	52.5
0.373	0.475	57.5	55.0	55.0
0.475	0.560	59.5	57.5	57.5
0.560	0.746	62.0	59.5	59.5
0.746	0.885	64.0	62.0	62.0
0.885	1.119	66.0	64.0	64.0
1.119	1.290	68.0	66.0	66.0
1.290	1.492	70.0	68.0	68.0
1.492	1.500	72.0	70.0	70.0

5. Criterios de aceptación

5.1 Placa de datos

La eficiencia nominal marcada por el fabricante en la placa de datos del motor, debe ser igual o mayor que el valor correspondiente de la Tabla 2.

6. Marcado

La información mínima que se debe marcar en la placa de datos del motor es:

- la marca, modelo, tipo de enclaustramiento, y tipo de arranque del motor;
- la eficiencia nominal precedida del símbolo "
- la potencia nominal en kW;
- la tensión eléctrica nominal en V;
- la frecuencia eléctrica en Hz, y
- la frecuencia de rotación en min-1.

Además de la información especificada por otras normas oficiales mexicanas vigentes que sean aplicables.

Los motores certificados en el cumplimiento de esta Norma, podrán ostentar la contraseña del organismo certificador dentro o fuera de la placa de datos.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-016-ENER-2002, EFICIENCIA ENERGETICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, EN POTENCIA NOMINAL DE 0.746 A 373 KW. LÍMITES, MÉTODO DE PRUEBA Y MARCADO.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los valores de eficiencia nominal y mínima asociada, el método de prueba para su evaluación, y la especificación de marcado de la eficiencia nominal, en la placa de datos de los motores que se comercializan en los Estados Unidos Mexicanos.

2. Campo de aplicación

Esta Norma se aplica a motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 kW hasta 373 kW, abiertos y cerrados.

3. Clasificación

Los motores sujetos a esta Norma se clasifican por su tipo de enclaustramiento:

- a) Motor abierto
- b) Motor cerrado

4. Especificaciones

4.1 Eficiencia del motor

Cualquier motor debe tener indicada en su placa de datos una eficiencia nominal igual o mayor a la especificada en la Tabla 2.

4.2 Eficiencia mínima asociada

Cualquier motor debe tener una eficiencia mayor o igual a la eficiencia mínima asociada a la eficiencia nominal que muestre en su placa de datos de acuerdo con la Tabla 1.

4.3 Determinación de la eficiencia

Para determinar la eficiencia energética de motores de inducción trifásicos en potencia nominal de 0.746 a 373 kW, se precisa como prueba única el método siguiente:

- Todos los motores se prueban por el método de las pérdidas segregadas, en este método, a partir de mediciones y cálculos, se determinan las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator y del rotor, las pérdidas del núcleo y las pérdidas por fricción y ventilación; al final, las pérdidas indeterminadas se obtienen por diferencia.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 1.- Eficiencia nominal y mínima asociada, en por ciento

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima	Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99.0	98.8	94.1	93.0
98.9	98.7	93.6	92.4
98.8	98.6	93.0	91.7
98.7	98.5	92.4	91.0
98.6	98.4	91.7	90.2
98.5	98.2	91.0	89.5
98.4	98.0	90.2	88.5
98.2	97.8	89.5	87.5
98.0	97.6	88.5	86.5
97.8	97.4	87.5	85.5
97.6	97.1	86.5	84.0
97.4	96.8	85.5	82.5
97.1	96.5	84.0	81.5
96.8	96.2	82.5	80.0
96.5	95.8	81.5	78.5
96.2	95.4	80.0	77.0
95.8	95.0	78.5	75.5
95.4	94.5	77.0	74.0
95.0	94.1	75.5	72.0
94.5	93.6	74.0	70.0
		72.0	68.0

Nota: Los valores de la eficiencia nominal de la columna A se obtienen a partir de 99.0%, con incremento de pérdidas del 10%. Los valores de eficiencia asociada de la columna B, se obtienen incrementando las pérdidas en un 20%.

6. Criterios de aceptación

6.1 Placa de datos

La eficiencia nominal marcada por el fabricante en la placa de datos del motor, debe ser igual o mayor que la eficiencia que la tabla 2 de esta Norma, de acuerdo con su potencia nominal en kW, número de polos y tipo de enclaustramiento.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 2.- Valores de eficiencia nominal a plena carga para motores
verticales y horizontales, en por ciento

Potencia Nominal, kW	Potencia Nominal Cp	MOTORES CERRADOS				MOTORES ABIERTOS			
		2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0,746	1	75,5	82,5	80,0	74,0	75,5	82,5	80,0	74,0
1,119	1,5	82,5	84,0	85,5	77,0	82,5	84,0	84,0	77,5
1,492	2	84,0	84,0	86,5	82,5	84,0	84,0	85,5	82,5
2,238	3	85,5	87,5	87,5	84,0	84,0	86,5	86,5	82,5
3,730	5	87,5	87,5	87,5	85,5	85,5	87,5	87,5	87,5
5,595	7,5	88,5	89,5	89,5	85,5	87,5	88,5	88,5	87,5
7,460	10	89,5	89,5	89,5	88,5	88,5	89,5	90,2	89,5
11,19	15	90,2	91,0	90,2	88,5	89,5	91,0	90,2	89,5
14,92	20	90,2	91,0	90,2	89,5	90,2	91,0	91,0	89,2
18,65	25	91,0	92,4	91,7	89,5	91,0	91,7	91,7	89,2
22,38	30	91,0	92,4	91,7	91,0	91,0	92,4	92,4	91,0
29,84	40	91,7	93,0	93,0	91,0	91,7	93,0	93,0	91,0
37,30	50	92,4	93,0	93,0	91,7	92,4	93,0	93,0	91,7
44,76	60	93,0	93,6	93,6	91,7	93,0	93,6	93,6	92,4
55,95	75	93,0	94,1	93,6	93,0	93,0	94,1	93,6	93,6
74,60	100	93,6	94,5	94,1	93,0	93,0	94,1	94,1	93,6
93,25	125	94,5	94,5	94,1	93,6	93,6	94,5	94,1	93,6
111,9	150	94,5	95,0	95,0	93,6	93,6	95,0	94,5	93,6
149,2	200	95,0	95,0	95,0	94,1	94,5	95,0	94,5	93,6
186,5	250	95,4	95,0	95,0	94,5	94,5	95,4	95,4	94,5
223,8	300	95,4	95,4	95,0	---	95,0	95,4	95,4	---
261,1	350	95,4	95,4	95,0	---	95,0	95,4	95,4	---
298,4	400	95,4	95,4	---	---	95,4	95,4	---	---
335,7	450	95,4	95,4	---	---	95,8	95,8	---	---
373	500	95,4	95,8	---	---	95,8	95,8	---	---

TABLA DE ORIGEN

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-ENER-1997, EFICIENCIA ENERGETICA DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS. LÍMITES Y MÉTODOS DE PRUEBA.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana fija los límites mínimos de eficacia de las lámparas fluorescentes compactas con potencias hasta 28 W y de los balastos con que operan estas lámparas

2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana aplica a lámparas fluorescentes compactas de cátodo caliente encendido por precalentamiento, con interruptor automático integrado (arrancador) y con sistema modular, así como a los balastos electromagnéticos para estas lámparas, que son comercializados en la República Mexicana, en tensiones de 120, 127 y 220 V de corriente alterna y frecuencia de 60 Hz.

Esta Norma no se aplica a lámparas de colores, especiales de radiación ultravioleta, con encendido electrónico o que no cuentan con interruptor automático integrado.

3. Especificaciones

3.1 Lámparas

Las lámparas probadas con balastro patrón deben tener como mínimo una eficacia, que corresponda a lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1. Límites de eficacia para las lámparas

Designación	Potencia nominal (W)	Tensión nominal de operación (V)	Corriente nominal de operación (mA)	Base	Bulbo	Eficacia mínima (lm/W)
5W/5T4/T/G23/PH	5	38	180	G23	T-4	38
7W/5T4/T/G23/PH	7	45	180	G23		50
9W/6T4/T/G23/PH	9	59	180	G23		55
13W/T4/T/GX23/PH	13	59	285	GX23		52,5
9W/4T4/Q/G23-2/PH	9	59	180	G23-2	T-4	51
13W/5T4/Q/GX23-2/PH	13	59	285	G23-2		52
18W/7T4/Q/G24/PH	18	100	220	G24-2		60,5
26W/8T4/Q/G24/PH	26	105	325	G24-3		61,5

Nota.- Los valores de potencia, tensión y corriente nominal se especifican sólo para identificar el tipo de la lámpara de que se trata.

3.2 Balastos

Los balastos deben tener como mínimo un factor de eficacia de balastro (BEF) y un factor de balastro (BF) de acuerdo a lo establecido en la tabla 2

TABLA 2. Límites de eficacia de balastos

Potencia nominal de la lámpara que opera (W)	BF mínimo (%)	BEF mínimo
7	92.5	9.00
9		7.80
13		5.10
18		4.00
26		2.50

4. Marcado

4.1 En las lámparas

Las lámparas deben llevar de manera legible e indeleble, como mínimo, los siguientes datos:

- Potencia nominal en watts.
- Nombre del fabricante o marca registrada del producto.

4.2 En el empaque de las lámparas

El empaque debe llevar de manera legible e indeleble, como mínimo, los siguientes datos.

- -Potencia nominal en watts.
- -Nombre del fabricante o marca registrada del producto.
- -Pais de origen.

4.3 En los balastos

La información al consumidor que deben tener los balastos, se especifica en la Norma Oficial Mexicana NOM-058-SCFI.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-1999, CONDICIONES DE ILUMINACION EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

1. Objetivo

Establecer las características de iluminación en los centros de trabajo, de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

3. Niveles de iluminación

Los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la tabla 1.

TABLA 1 NIVELES MINIMOS DE ILUMINACION

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	AREA DE TRABAJO	NIVELES MINIMOS DE ILUMINACION (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pañería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA 2 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXION

CONCEPTO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXION Kf
TECHOS	90%
PAREDES	60%
PLANO DE TRABAJO	50%
SUELOS	50%

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en las áreas y puestos de trabajo, cuyo Kf supere los valores establecidos en esta tabla.

3.1 La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación. Se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación.

3.2 La evaluación debe realizarse y registrarse al menos cada dos años o antes si se modifican las tareas visuales, el área de trabajo o los sistemas de iluminación.

4. Control

4.1 Si en el resultado de la evaluación se detectaron áreas o puestos de trabajo que deslumbran al trabajador, se deben aplicar medidas de control para evitar que el deslumbramiento lo afecte.

4.2 Si en el resultado de la evaluación se observa que los niveles de iluminación en los puntos de medición para las tareas visuales o áreas de trabajo están por debajo de los niveles indicados en la tabla 1 o que los factores de reflexión estén por encima de lo establecido en la tabla 2, se debe dar mantenimiento, modificar el sistema de iluminación o su distribución y, en caso necesario, instalar la iluminación complementaria o localizarla donde se requiera de una mayor iluminación, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador;
- b) seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
- c) evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad;
- d) evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

4.3 Se debe elaborar y cumplir un programa de implantación de las medidas de control a desarrollar.

4.4 Una vez que se han realizado las medidas de control, se tiene que realizar una nueva evaluación, para verificar que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en esta Norma.

5. Reporte del estudio

Se debe elaborar y mantener un reporte que contenga la información recabada en el reconocimiento, los documentos que lo complementen, los datos obtenidos durante la evaluación.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-053-ENER-SCFI-2000, ELEVADORES ELÉCTRICOS DE TRACCIÓN PARA PASAJEROS Y CARGA. ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA PARA EQUIPOS NUEVOS.

1. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones mínimas de seguridad que deben cumplir los elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga que se instalan dentro del territorio nacional como equipos nuevos, en forma permanente, para dar servicio a niveles definidos y formados por un carro movido por tracción eléctrica, adaptado al transporte de personas y objetos, el cual se desplaza a lo largo de guías verticales. Asimismo, establece los métodos de prueba que deben aplicarse para verificar dichas especificaciones.

El cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana es responsabilidad del contratista que realice la instalación y puesta en operación del equipo.

2. Campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana no aplica a los elevadores conocidos como unifamiliares, montabultos, radiales, hidráulicos, paternoster, elevadores de piñón y cremallera, de accionamiento por tornillo, ascensores de minas, elevadores de uso en escenarios de teatro, aplicaciones que incluyan encaje automático, montacargas de cangilones y ascensores monta-materiales en obras de ingeniería civil o de edificación, elevadores instalados en barco, plataformas flotantes de explotación o perforación en el mar o elevadores para montaje y servicio de mantenimiento. Sin embargo, esta Norma Oficial Mexicana puede ser empleada útilmente como base para esos efectos.

3. Definiciones

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Ambiente corrosivo.

Condiciones del medio en que se encuentra el elevador que atacan cualesquiera de sus componentes reduciendo su vida útil, tales como: salinidad, ácidos, bases, químicos, humedad.

3.2 Alimentación eléctrica

Tensión eléctrica suministrada para el funcionamiento del elevador.

3.3 Amortiguador

Dispositivo destinado a servir de tope deformable después del límite final del recorrido y en descenso, constituido por un sistema de frenado por fluido o muelle (u otro dispositivo equivalente).

3.4 Área útil

Superficie interior de la cabina medida a un metro por encima del piso, sin tener en cuenta los pasamanos que eventualmente puedan existir para apoyo de los pasajeros durante su viaje.

3.5 Cabina

Conjunto de paredes y techo armados sobre la plataforma del carro.

3.6 Cable viajero de control

Cable formado por conductores eléctricos que establece la conexión eléctrica entre el carro y una caja de conexiones localizada dentro del cubo o directamente hasta el tablero de control.

3.7 Carga nominal del elevador

Carga en kg para la cual el aparato ha sido diseñado.

3.8 Carro

Elemento del elevador o del montacargas destinado a transportar a las personas o a la carga, formado por cabina, marco estructural y plataforma.

3.9 Claro inferior del carro

Es la distancia vertical medida desde el piso de la fosa hasta la parte mecánica o estructural debajo del carro, exceptuando las zapatas guía, ya sean sólidas o de ruedas; las mordazas del seguro contra caídas y los salientes de la plataforma, cuando el carro está comprimiendo su amortiguador.

3.10 Claro superior del carro

Es la distancia vertical medida desde el puente o polea superior del carro o desde el techo del carro, si no existe puente superior, hasta la parte más cercana de la estructura superior o cualquier otra obstrucción, cuando el contrapeso está comprimiendo su amortiguador.

3.11 Claro superior del contrapeso

Es la distancia vertical medida desde el marco del contrapeso o la polea del mismo, hasta cualquier elemento en la parte superior del cubo, cuando el carro se encuentra comprimiendo su amortiguador.

3.12 Contratante

Propietario, constructor o comprador que suscribe un contrato de compraventa con el contratista para el suministro de equipos, la instalación y puesta en operación.

3.13 Contratista

Persona física o moral que, bajo un contrato, realiza la instalación y puesta en operación del elevador.

3.14 Control

Es el sistema que genera señales adecuadas en tiempos adecuados para determinar el arranque, parada, dirección, aceleración, velocidad y retardación del carro.

3.15 Control automático para despacho de elevadores

Es el conjunto de dispositivos mediante los cuales se controla automáticamente la forma en que debe funcionar un grupo de elevadores.

3.16 Control de corriente alterna de dos velocidades

Es el sistema de control que integra los elementos necesarios para proporcionar a la cabina del elevador dos velocidades, una baja y una alta.

3.17 Control de corriente alterna de una velocidad

Es el sistema de control que integra los elementos necesarios para proporcionar a la cabina del elevador una velocidad.

3.18 Control de frecuencia y voltaje variables

Es un sistema de control que permite que la aceleración y la desaceleración sean controladas con base en las variaciones de la frecuencia y voltaje de operación del motor.

3.19 Control de tensión variable

Es un sistema de control que se logra aplicando tensiones variables al motor.

3.20 Control de transferencia de llamadas para elevadores automáticos interconectados.

Es el dispositivo por medio del cual una llamada registrada en el piso se transfiere en forma automática a otros carros.

3.21 Constructor

Es la persona física o moral responsable de la construcción del cubo, la fosa y el cuarto de máquinas, de acuerdo a los requerimientos del fabricante.

3.22 Cuarto de máquinas

Local donde se hallan los elementos motrices y/o su equipo auxiliar de mando y control (existe para el diseño de elevadores convencionales).

3.23 Cuarto de poleas

Local donde se hallan las poleas y eventualmente el limitador de velocidad y otros dispositivos eléctricos.

3.24 Cubo

3.24.1 Para un elevador

Espacio en el cual se desplaza el carro y/o el contrapeso, que consiste en un área cerrada con fosa y con losa en la sala de máquinas en su parte superior, cuando exista.

3.24.2 Para dos o más elevadores

Área del edificio destinada a alojar dos o más cubos de elevador que consiste en un área cerrada con fosa y con losa en la sala de máquinas en su parte superior, cuando ésta exista.

3.25 Desembarque

Número de accesos a la cabina en un mismo nivel.

3.26 Dispositivo trabador de puerta de cubo

Es un dispositivo que tiene dos funciones relacionadas e interdependientes entre sí, que son:

a) Evitar que el elevador opere, a menos que la(s) puerta(s) de cubo esté(n) cerrada(s).

b) Evitar que la puerta de cubo se abra desde el exterior.

3.27 Distancia de parada por gravedad

Es la distancia recorrida por el amortiguador, necesaria para disipar la energía desarrollada por el elevador a 115% de su velocidad nominal.

3.28 Elementos de suspensión

3.28.1 Cables de suspensión

Cables formados por hilos de acero torcidos entre sí y autolubricados o alrededor de un alma de fibra vegetal y lubricada, los cuales transmiten el movimiento de la máquina al carro y contrapeso.

3.28.2 Otros elementos de suspensión

Otros elementos de suspensión con resistencia a la tracción y comportamiento similar o superior a cables.

3.28.3 Carga de ruptura del cable o elemento de suspensión

Carga máxima para la cual fue fabricado el cable o elemento de suspensión.

3.29 Elevador de adherencia

Elevador cuya tracción se logra por adherencia de los cables o elementos de tracción sobre las superficies o gargantas de la polea motriz de la máquina.

3.30 Elevador de arrastre

Elevador cuyos cables o elementos de tracción son arrastrados en forma distinta de la adherencia.

3.31 Elevador de tambor

Elevador en el que la tracción de los cables o elementos se realiza por enrollamiento.

3.32 Elevador para carga

Aparato instalado de forma permanente y que sirve a niveles definidos, que consta de un carro para uso exclusivo de la carga y la persona que lo maneja. Dicho carro se desplaza a lo largo de guías verticales.

3.33 Elevador para pasajeros

Aparato instalado de forma permanente y que sirve a niveles definidos, formado por un carro cuyas dimensiones y forma permiten el acceso sin dificultad de las personas y que se desplaza a lo largo de guías verticales.

3.34 Equipo nuevo

Elevadores eléctricos de tracción completos para pasajeros y carga, ya sean éstos nuevos o reinstalados en forma integral, cuya fecha de venta sea posterior a la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana.

3.35 Fabricante

Persona física o moral involucrada en la fabricación, importación, instalación, y/o puesta en operación de elevadores.

3.36 Factor de seguridad

Es la relación entre la carga de ruptura mínima del cable o elemento de suspensión multiplicada por el número total de cables o elementos de suspensión (considerando todos los ramales en el caso de suspensión múltiple) entre la carga estática suspendida.

3.37 Fosa

Parte del cubo situado debajo del nivel más bajo servido por el elevador.

3.38 Guardapie

Elemento liso aplomado al borde de los umbrales de puertas de piso o del carro y debajo de los mismos.

3.39 Interruptor de sobrepaso

Es un dispositivo sensor que genera una señal para detener el movimiento del elevador, después de que el mismo sobrepasa el último piso superior y/o inferior servidos.

3.40 Limitador de velocidad

Elemento que provoca la actuación del seguro contra caídas, cuando la velocidad del carro o contrapeso sobrepasa un valor predeterminado.

3.41 Máquina o grupo motor tractor

Elemento accionador de la tracción entre carro y contrapeso.

3.42 Marco

Estructura que soporta a los demás elementos del carro o a las pesas del contrapeso.

3.43 Montabultos

Elevador de pequeña capacidad para una carga máxima de (500 kg) sin dispositivo contra caídas.

3.44 Montacoches

Elevador para el transporte exclusivo de vehículos automotores y la persona que lo maneja.

3.45 Nivelación

Precisión de parada del carro a nivel de los pisos.

3.46 Operación con sobrecarga

La operación por encima de la capacidad de los elevadores objeto de esta Norma, diseñados para una operación a sus datos de carga estipulado en el contrato de compraventa.

3.47 Operador de puerta o reja

Dispositivo o grupo de éstos que abre y cierra la puerta o reja del cubo y/o del carro utilizando energía distinta de la manual, de resortes, de la gravedad o del movimiento del carro.

3.48 Parada

Nivel en el cual se encuentra uno o más accesos al carro.

3.49 Parte interesada

Se refiere al contratante

3.50 Pasajero

Persona transportada en un elevador.

3.51 Personal autorizado

Personal habilitado y capacitado por el fabricante y/o contratista para la instalación, ajuste, puesta en marcha y restablecimiento del elevador objeto de la presente Norma.

3.52 Plataforma del carro

Es la estructura que forma el piso del carro y que soporta directamente la carga.

3.53 Propietario

Persona física o moral que directamente o mediante su(s) representante(s) legal(es) adquiere el (los) elevador(es).

3.54 Puerta o reja de carro o de cubo

Es la parte deslizante en el carro o la parte embisagrada o deslizante en la pared del cubo que cubre el espacio que permite el acceso al carro o al piso.

3.54.1 Puerta o reja de operación manual

Es una puerta o reja que se abre y cierra manualmente.

3.54.2 Puerta o reja operada por energía

Puerta o reja de cubo o cabina, la cual es abierta o cerrada por la acción de un operador automático.

3.55 Recorrido

Es la distancia vertical medida entre los niveles de piso terminado de las paradas terminales superior e inferior de un elevador.

3.56 Renivelación

Operación que permite el reajuste de nivelación mediante correcciones automáticas.

3.57 Riel guía

Elemento destinado a guiar el carro y/o contrapeso.

3.58 Seguro contra caídas o paracaídas

Dispositivo mecánico que se destina a parar e inmovilizar el carro y/o contrapeso sobre sus guías, en caso de exceso de velocidad en el descenso.

3.58.1 Seguro contra caídas de acción instantánea

Dispositivo cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato.

3.58.2 Seguro contra caídas de acción instantánea y efecto amortiguado

Dispositivo cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato, pero de tal forma que la reacción sobre el elemento suspendido está limitada por la intervención de un sistema atenuador.

3.58.3 Seguro contra caídas de acción retardada o progresiva

Dispositivo cuya acción se hace por frenado sobre las guías en una forma gradual.

3.59 Sobrepasso

Distancia vertical medida desde el nivel del piso terminado de la última parada superior servida por el elevador y hasta el lecho bajo la losa del cubo o del piso del cuarto de máquinas o de poleas (cuando corresponda).

3.60 Tráfico intenso

Término aplicable a edificios destinados a usos de oficinas, hospitales, hoteles, centros comerciales, escuelas y estacionamientos.

3.61 Umbral

Área de acceso tanto al carro como a las entradas de piso cubiertas por un elemento que guía las puertas.

3.62 Usuario

Persona que utiliza los servicios de una instalación de elevadores.

3.63 Velocidad

3.63.1 Velocidad de inspección

Velocidad uniforme del carro desarrollada en cualquier sentido y utilizada para realizar el mantenimiento del equipo.

3.63.2 Velocidad nominal

Velocidad uniforme del carro desarrollada en sentido ascendente o descendente para la cual fue diseñado el equipo.

3.64 Vendedor

Persona física o moral involucrada en la comercialización, instalación y/o puesta en operación de elevadores sujetos a esta NOM.

3.65 Verificación de aspectos de seguridad del elevador

Desarrollo de un conjunto de pruebas no destructivas realizadas al equipo en su instalación definitiva para avalar su seguridad de operación.

3.66 Verificador

Técnico de la unidad de verificación que avala el resultado de una verificación.

3.67 Zona de puertas

Distancia por encima o por debajo del nivel de parada a que debe hallarse el piso del carro para poder abrir la puerta de piso de cualquier nivel.

4. Clasificación

Los elevadores eléctricos de tracción objeto de esta Norma se clasifican en dos tipos según su uso:

4.1 Para pasajeros

4.2 Para carga

5. Especificaciones

5.1 Del cubo

5.1.1 Aberturas

Cuando existan entradas de emergencia en el recorrido, se deben instalar contactos eléctricos integrados al circuito de seguridades del elevador. Esta especificación se debe comprobar por medio de inspección visual.

5.1.2 Recorridos libres en el cubo

5.1.2.1 Del carro

Cuando el contrapeso descansa en sus amortiguadores, totalmente comprimidos, deben cumplirse de forma simultánea las siguientes condiciones:

a) El recorrido del carro dentro de las guías en sentido ascendente, debe prever un sobrepaso que permita una eventual sobrecarrera, misma que debe ser, como mínimo $0,1 + k \times v^2$.

donde:

$$k = 0,035 \text{ s}^2/\text{m}$$

v = velocidad expresada en m/s.

Aplicando la fórmula se obtiene un recorrido en metros.

b) La distancia libre del techo de la cabina al techo bajo la losa superior del cubo, debe ser como mínimo $1 \text{ m} + k \times v^2$ siendo este valor en m;

c) La distancia libre entre las partes más bajas del techo del cubo y los elementos de mayor altura montados en el techo del carro debe ser como mínimo $0,3 \text{ m} + k \times v^2$ siendo este valor en m;

d) La distancia libre entre las partes más bajas del techo del cubo y la parte más alta de las zapatas o de las guías de rodillos, debe ser como mínimo $0,1 \text{ m} + k \times v^2$, siendo este valor en m, y

e) Las especificaciones de este inciso (5.1.2.1) se comprueban conforme a la aplicación de la fórmula expresada, así como la inspección visual y la medición de distancias libres con cinta métrica.

5.1.2.2 Del contrapeso

Cuando el carro se encuentra sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, el recorrido del contrapeso, aun posible en sentido ascendente, debe ser como mínimo $0,1 + k \times v^2$, expresando dicho recorrido en m.

Estas especificaciones se comprueban conforme a la aplicación de la fórmula expresada, así como la inspección visual y la medición de distancias libres con cinta métrica.

5.1.2.3 Desaceleración del elevador

Cuando se controla la desaceleración del elevador, el valor de $k \times v^2$ para el cálculo de recorrido puede quedar reducido:

- a) A la mitad para los elevadores cuya velocidad nominal sea menor o igual a 4 m/s con un mínimo de 0,25 m;
- b) A los dos tercios para los elevadores cuya velocidad nominal es mayor de 4 m/s con un mínimo de 0,25 m, y
- c) Las especificaciones de este inciso (5.1.2.3) se comprueban conforme a la aplicación de la fórmula expresada, así como la inspección visual y la medición de distancias libres con cinta métrica.

5.1.2.4 Alargamiento de cables o elementos de compensación.

a) En caso de subida brusca de elevadores que estén provistos de cables o elementos de compensación, cuya polea tensora está provista de un dispositivo de frenado o de bloqueo, el valor de $k \times v^2$ debe ser sustituido en el cálculo de la altura libre, por un valor al menos igual al doble del recorrido posible de dicha polea aumentando 0,20 m para tener en cuenta el alargamiento de los cables.

b) Estas especificaciones se comprueban conforme a la aplicación de la fórmula expresada, así como la inspección visual y la medición de distancias libres con cinta métrica.

5.1.3 Fosa

5.1.3.1 Zona libre bajo el carro

Cuando el carro se apoya sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, deben cumplirse las siguientes condiciones:

a) La distancia libre entre el fondo de la fosa y la parte inferior del carro debe ser como mínimo de 0,6 m;

b) La distancia libre entre el fondo de la fosa y la parte inferior de las zapatas o de los rodillos, del seguro contra caídas, del guardapié o de cajas de conexiones, de las partes de puerta o reja deslizante vertical bipartida, debe ser como mínimo de 0,1 m, y

c) Las especificaciones de este inciso (5.1.3.1) se comprueban conforme a la inspección visual y la medición de distancias libres con cinta métrica.

5.1.3.2 Interruptor en la fosa

a) Debe ser posible interrumpir la marcha del elevador por medio de un interruptor de sobrepaso y de un interruptor de operación manual colocado en la fosa.

5.1.4 El propietario y/o constructor y/o contratante debe(n) cumplir con las dimensiones mínimas de la fosa y el sobrepaso siguiendo los requerimientos indicados en los planos proporcionados por el fabricante y/o vendedor y/o contratista del elevador.

Estas especificaciones se comprueban conforme a la inspección visual y la medición de distancias libres con cinta métrica.

5.2 Del cuarto de máquinas y de poleas (cuando exista)

5.2.1 La alimentación de los receptáculos de toma de corriente provistos en el cuarto de máquinas y de poleas (cuando exista), debe efectuarse por el circuito de alumbrado.

5.2.2 Interruptor de parada

a) Debe instalarse un interruptor de operación manual que permita efectuar la detención del elevador de forma que no haya posibilidad de error en la posición de paro del interruptor.

b) Esta especificación se comprueba conforme a la inspección visual y operando el interruptor, comprobando que el elevador se detiene. La prueba debe efectuarse estando el elevador parado a nivel de piso.

5.3 De las puertas del cubo

5.3.1 Solidez y juegos (resistencia mecánica)

a) Las aberturas en el cubo que sirven de acceso al carro deben estar provistas de puertas metálicas de superficie lisa cuando las puertas sean fabricadas en lámina de acero al carbón; deben tener un espesor mínimo de 1,58 mm (calibre 16), cuando consistan de paneles simples, y un espesor mínimo de 0,79 mm (calibre 22), cuando consistan de

paneles con refuerzo. Si las puertas son fabricadas de acero inoxidable de una sola lámina ésta debe tener un espesor mínimo de 1,27 mm (calibre 18). Cuando las puertas sean fabricadas en otros materiales no metálicos, éstos deben ser capaces de soportar una carga de 300 N, en una superficie de 0,0005 m² en sentido perpendicular a la superficie de vista, con una deformación máxima de 6 mm y sin deformación permanente. Cuando estén cerradas, los juegos entre hojas o entre hojas y marcos o umbral de dichas puertas, deben ser inferiores a 6,40 mm para puertas de deslizamiento horizontal, y

b) Los juegos no deben exceder de 20 mm bajo la aplicación de una fuerza manual en la dirección de la abertura de la puerta sin usar herramienta, en la parte inferior de la puerta, y

c) Las especificaciones de este inciso (5.3.1) se comprueban conforme a la inspección visual y los espesores y juegos se deben medir con calibrador.

5.3.2. Dimensiones

a) Se requiere que las puertas del cubo tengan una altura libre de 1,90 m como mínimo para elevadores de pasajeros, y 1,80 m como mínimo para elevadores de carga, y

b) Esta especificación se comprueba conforme a la inspección visual, así como midiendo las distancias libres con cinta métrica.

5.3.3 Guías

a) Las puertas del cubo deben construirse de tal manera que se evite durante su funcionamiento normal los acunamientos, descarrilamientos o rebasamientos de los límites de su recorrido;

b) Las puertas del cubo de deslizamiento horizontal deben ir guiadas en las partes superior e inferior;

c) Las puertas del cubo de deslizamiento vertical deben ir guiadas por ambos lados, y

d) Las especificaciones de este inciso (5.3.3) se comprueban por medio de inspección visual.

5.3.4 Cierre de puertas

5.3.4.1 De deslizamiento horizontal

a) Estando las puertas abiertas, la fuerza necesaria para impedir su cierre no debe exceder de 147,09 N. Esta medición debe efectuarse en la mitad del viaje de la puerta;

b) Un dispositivo de protección debe mandar automáticamente la reapertura de la puerta en caso de encontrar obstáculo.

c) Este dispositivo de protección puede ser la misma puerta de la cabina.

5.3.5 Visualización de presencia de cabina

Debe instalarse en cada puerta de apertura manual una o varias mirillas transparentes o de malla (elevador para carga) con las siguientes características:

a) Se requiere que las mirillas instaladas en cada puerta de apertura manual tengan un espesor como mínimo de 6,00 mm, en el caso de mirillas transparentes, y 2,00 mm para mirillas de mallas;

b) La superficie máxima de una mirilla debe ser de 0,01 m² por mirilla;

c) El ancho de las mirillas no debe ser menor a 0,10 m ni superior a 0,15 m, y

d) Las especificaciones de este inciso (5.3.5) se comprueban por medio de inspección visual y medir las mirillas con cinta métrica y/o pie de rey.

5.3.6 Entrelazamiento y control de cierre

a) En funcionamiento normal, no debe ser posible abrir una puerta del cubo (o cualquiera de sus hojas, si la puerta consta de varias) a menos que la cabina esté parada o a punto de pararse en la zona de destrabamiento de dicha puerta.

b) No debe ser posible hacer funcionar el elevador o mantenerlo en funcionamiento, si una puerta del cubo está abierta;

c) Se permite el desplazamiento del carro con la puerta abierta, en la zona de destrabamiento (zona de puertas), para permitir el nivelado o el renivelado al nivel de acceso correspondiente;

d) Se requiere que la zona de puertas sea como máximo de 0,2 m por encima y por debajo del nivel de acceso para puertas manuales;

e) En el caso de puerta de piso y puerta de cabina accionada simultáneamente y con funcionamiento automático, la zona de puertas puede ser de 0,35 m por encima y por debajo del nivel de acceso, y

5.3.7 Trabador

a) Toda puerta del cubo debe ser provista de un dispositivo de trabamiento inaccesible desde el exterior para personal no autorizado;

b) El trabamiento efectivo de la puerta de acceso debe preceder a la puesta en marcha del carro. Este trabamiento debe ser controlado por un dispositivo de seguridad;

c) El enlace entre uno de los elementos del contacto que determina la ruptura del circuito y el elemento que efectúa el trabajo, debe ser directo y a prueba de falla, pero eventualmente ajustable;

d) Para puertas embisagradas el trabado debe hacerse lo más cerca posible del o de los bordes de cierre de las puertas y mantenerse de forma segura, incluso en caso de defecto de aplomado de las hojas;

e) Los elementos de trabamiento y sus fijaciones deben ser metálicas o reforzadas por metal y resistentes al impacto del cierre de las puertas, aun en condiciones desfavorables;

f) El enganche entre los elementos de trabamiento debe realizarse de forma que un esfuerzo, en el sentido de apertura de la puerta, no reduzca la eficacia del trabamiento;

g) El trabamiento debe efectuarse y mantenerse por acción de la gravedad, imanes permanentes o resortes. Los resortes deben actuar por compresión, ser guiados y de dimensiones tales que, en el momento del destrabamiento, las espiras no estén completamente comprimidas;

h) El trabador debe ir protegido contra el riesgo de una acumulación de suciedad que pudiera afectar su buen funcionamiento;

i) Se requiere que el trabador resista como mínimo un esfuerzo de 490,33 N en los casos de puertas deslizantes y de 1470,99 N en el caso de puertas de bisagra, y

5.3.8 Destrabado de emergencia

a) Cada una de las puertas del cubo extremas debe poder ser abierta desde el exterior por medio de una llave especial;

b) En el caso de que la puerta del cubo y la de cabina se accionen simultáneamente, un dispositivo (muelle o pesa) debe asegurar el cierre automático de la puerta de acceso, si esta puerta se encuentra abierta y la cabina no está en zona de puertas, y

5.3.9. Dispositivo de control de cierre

Toda puerta del cubo debe ir provista de un dispositivo electromecánico de control de cierre, como sigue:

a) Para puertas de cubo deslizantes horizontalmente y accionadas conjuntamente con la puerta de carro, el dispositivo debe ser común con el dispositivo de control de destrabamiento;

b) Para puertas de piso embisagradas, el dispositivo debe ser colocado por el lado de cierre o sobre el dispositivo mecánico que controla el cierre;

c) Cuando una puerta deslizante horizontal o vertical consta de varias hojas unidas entre sí por un enlace mecánico directo, se traba solamente una hoja a condición que este trabamiento único impida la apertura de las demás hojas. En su defecto, se coloca el dispositivo de control de cierre en una sola hoja;

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

d) Cuando las hojas van unidas entre sí por un enlace mecánico indirecto (es decir por cable, correa o cadena), dicho enlace debe ser construido para resistir los esfuerzos normalmente previsible;

e) Todas las puertas de piso de elevadores deben poder abrirse sin llave desde la cabina dentro de la zona de puertas de cada parada, y

5.4 Del carro y contrapeso

5.4.1 El carro

5.4.1.1 Altura

a) La altura libre interior de la cabina debe ser como mínimo de 2,00 m para elevadores de pasajeros y 1,80 m para elevadores de carga; la altura de la entrada (o de las entradas) destinadas al acceso normal de los usuarios, debe ser como mínimo de 1,90 m para elevadores de pasajeros y 1,80 m para elevadores de carga.

Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual, y las distancias libres se deben medir con cinta métrica.

5.4.1.2 Superficie

Para evitar que el número de viajeros sea superior al correspondiente a la carga nominal del elevador, la superficie útil de la cabina en relación a la carga nominal debe establecerse de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1. Relación de superficies, carga y número de personas en la cabina

Carga nominal, en kg	Superficie máxima útil de la cabina en m²	Número máximo de personas
140	0.45	2
210	0.70	3
280	0.93	4
350	1.06	5
420	1.20	6
490	1.33	7
560	1.55	8
630	1.61	9
700	1.81	10
770	2.05	11
840	2.12	12
910	2.27	13
980	2.34	14
1 050	2.53	15
1 120	2.74	16
1 190	2.82	17
1 260	3.00	18
1 330	3.07	19
1 400	3.25	20
1 680	3.77	24

Nota 1: Por encima de 1,680 kg de carga nominal por cada 100 kg de más, añadir 0,16 m².

Nota 2: Para cargas intermedias, la superficie está determinada por interpolación lineal; el número máximo de personas se obtiene con la siguiente fórmula:

$$W = 35.2 A^2 + 325 A.$$

donde:

- W es la carga de régimen máxima en kg.
A es el área neta interior de la cabina en m².

El resultado se redondeará al número múltiplo inferior de 70 (peso promedio en kg de un usuario).

Nota 3: Para elevadores de carga, la carga de diseño no debe ser inferior a 250 kg/m².

Nota 4: Para elevadores montacoches, la carga de diseño no debe ser inferior a 150 kg/m².

Nota 5: Los suplementos y extensiones, incluso de la altura inferior a 1 m, quedan prohibidas.

Las especificaciones de este inciso (5.4.1.2) se comprueban por medio de inspección visual, asimismo, se miden las distancias libres con cinta métrica, verificando contra la tabla los valores de acuerdo al número de personas y tipo de equipo.

5.4.1.3 Paredes, piso y techo

a) El carro debe estar totalmente cerrado por paredes, un piso y techo de superficie lisa, permitiéndose únicamente las aberturas para puertas, orificios de ventilación e iluminación y salidas de emergencia, cuando corresponda;

b) Cuando las paredes, piso y techo del carro sean fabricados en lámina de acero al carbón, deben tener un espesor mínimo de 1,58 mm (calibre 16) cuando consistan de paneles simples y un espesor mínimo de 0,79 mm (calibre 22) cuando consistan de paneles con refuerzo. Si los paneles son fabricados en acero inoxidable de una sola lámina, ésta debe tener un espesor mínimo de 1,27 mm (calibre 18). En caso de que sean fabricados en otros materiales no metálicos, éstos deben de ser capaces de soportar una carga de 300 N, en una superficie de 0,0005 m² en sentido perpendicular a la superficie de vista, con una deformación máxima de 6 mm y sin que se provoque una deformación permanente. En cualquier caso, el techo debe soportar a dos adultos o 200 kg sin sufrir deformación, y

c) Las especificaciones de este inciso (5.4.1.3) se comprueban por medio de inspección visual, así como midiendo los espesores con calibrador.

5.4.1.4 Guardapié

a) Todo umbral de puerta de carro o piso debe ir provisto de un guardapié cuya parte vertical debe extenderse en todo el ancho de paso libre de las puertas de cubo, situadas enfrente de ella. Esta parte vertical debe prolongarse hacia abajo.

b) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.4.1.5 Cierre de puertas

5.4.1.5.1 Para elevadores de pasajeros

a) En posición de cierre, los claros entre hojas o entre hojas y montantes, dintel o umbral de estas puertas deben ser lo más reducidos posible, para evitar riesgo de cizallamiento;

b) Las puertas de carro, cuando estén cerradas, deben obturar totalmente las entradas del carro, exceptuando los claros de funcionamiento;

c) Las puertas y sus proximidades deben ser construidas de modo que las caras del lado del carro no tengan proyecciones de más de 0,003 m y las aristas estén redondeadas;

d) Las puertas de cierre automático deben ser construidas para reducir al mínimo las consecuencias de un golpe de una hoja contra las personas, y deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Estando la puerta de deslizamiento horizontal abierta, la fuerza necesaria para impedir su cierre no debe rebasar 147,09 N;

- Un dispositivo de protección mecánico o electrónico debe mandar automáticamente la reapertura de la puerta en el caso en que un usuario resultara tocado o detectado al pasar la entrada. El efecto del dispositivo puede ser neutralizado durante los cinco últimos centímetros de recorrido de cierre de cada hoja de puerta;

- No debe ser posible hacer funcionar el elevador o mantenerlo en funcionamiento si una puerta de carro o una hoja (si la puerta tiene varias) está abierta. El desplazamiento del carro con la puerta abierta se permite únicamente en la zona de puertas, para llevar a cabo el nivelado o renivelado al nivel de acceso correspondiente, y

5.4.1.5.2 Para elevadores de carga

a) Para los elevadores destinados al transporte de cargas acompañadas, se pueden utilizar puertas o rejas de deslizamiento vertical. Las primeras deben estar provistas de una rejilla cuyas dimensiones de malla deben ser como máximo 0,0009 m². También se pueden utilizar rejas plegables de deslizamiento horizontal;

b) La altura de la puerta o reja de la cabina debe ser de 1,80 m como mínimo;

c) Para los elevadores montacoches que no cuenten con puertas en la cabina, deberán contar con un dispositivo fotoeléctrico o similar, y

d) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual y midiendo los espesores y juegos con calibrador. La altura de puerta se mide con cinta métrica.

5.4.1.5.3 Puertas de deslizamiento horizontal o vertical con varias hojas ligadas entre sí mecánicamente

a) Cuando una puerta de deslizamiento horizontal o vertical consta de varias hojas unidas entre sí por un enlace mecánico directo, es posible colocar el dispositivo eléctrico de control de cierre en una sola hoja;

b) Cuando las hojas van unidas entre sí por un enlace mecánico indirecto (es decir por cable, correa o cadena), se debe construir un enlace tal que resista los esfuerzos en el uso normal, y

c) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.4.1.6 Apertura de puertas

a) Para permitir la salida de los ocupantes del carro, en caso de parada imprevista, debe ser posible (incluso en ausencia de corriente) abrir manualmente desde el piso la puerta del carro, en la zona de puertas. También se debe poder abrir manualmente desde el interior, el conjunto puerta de carro, puerta de piso, en el caso de puertas de arrastre, simultáneamente en la zona de puertas, y

b) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual y verificando que se pueden abrir las puertas conforme a la descripción anterior.

5.4.1.7 Techo

a) Además de lo especificado en el inciso 5.4.1.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, el techo de la cabina debe soportar sin deformación permanente en cualquier lugar un peso aproximado de 200 kg, lo cual es equivalente a dos personas;

b) Si existen poleas en el techo de cabina, deben tener dispositivos para evitar que se salgan de su garganta los cables en caso de que se aflojen. Los dispositivos no deben impedir el mantenimiento de las poleas, y

c) Estas especificaciones se deben comprobar por medio de inspección visual.

5.4.1.8 Ventilación

a) La superficie efectiva de los orificios de ventilación situados en la parte alta, debe ser como mínimo de 1% de la superficie útil de la cabina. La misma superficie de ventilación debe preverse para los orificios de ventilación inferior;

b) Los orificios de ventilación deben ser contruidos o dispuestos de forma que no sea posible hacer atravesar las paredes de la cabina desde el interior por una varilla rígida de 0,01 m de diámetro, y

c) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.4.1.9 Iluminación en funcionamiento normal

- a) La cabina debe ir provista de iluminación que asegure 50 luxes como mínimo a nivel de piso y cerca de los dispositivos de mando, y
- b) Esta especificación se comprueba midiendo el nivel de iluminación por medio de un luxómetro.

5.4.1.10 Toma de corriente

- a) Un receptáculo toma de corriente debe ser instalado sobre el techo de la cabina. La alimentación de los receptáculos de toma de corriente provistos sobre el techo de la cabina, debe efectuarse por el circuito de alumbrado, y

5.4.2 Del contrapeso

5.4.2.1 Construcción

- a) Si el contrapeso lleva pesas, deben tomarse las medidas precisas para evitar su desplazamiento, utilizando un marco estructural en el cual se alojan las pesas;
 - b) Si existen poleas sobre el contrapeso, deben tener dispositivos para evitar la salida de los cables de su garganta en caso de que se aflojen. Los dispositivos no deben impedir el mantenimiento de las poleas, y
 - c) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.
- 5.4.2.2 En caso de que por su diseño el cubo del elevador observe tráfico en la parte inferior, entonces el contrapeso debe contar con un seguro paracaídas.

5.5 Dispositivos de suspensión y seguro contra caídas

5.5.1 Dispositivos de suspensión

5.5.1.1 Tipos de suspensión

5.5.1.1.1 Suspensión por cables de acero

Los carros y los contrapesos deben estar suspendidos en cable de acero con factores de seguridad, según se establece a continuación:

- a) En el caso de poleas de tracción por adherencia, el número mínimo de cables de suspensión debe ser de dos independientes con un diámetro nominal como mínimo de 7,9 mm. Cada cable debe estar formado por 152 alambres como mínimo, y
- b) En el caso de suspensión múltiple, el número a tener en cuenta es el de los cables de cada ramal.

5.5.1.1.2 Suspensión por cables sintéticos, bandas u otros elementos de suspensión

- a) En el caso de suspensión basada en cable sintético o bandas, el número mínimo de elementos debe ser de dos, independientes entre sí, y
- b) En caso de suspensión múltiple, el número de elementos a tener en cuenta es el número de cables sintéticos o bandas de cada ramal.

5.5.1.2 Relación entre el diámetro primitivo de las poleas y el diámetro de los cables de acero, coeficiente de seguridad.

- a) La relación entre el diámetro primitivo de las poleas y el diámetro nominal de los cables de acero de suspensión debe ser como mínimo 40 veces (diámetro primitivo/diámetro nominal de los cables, es igual o mayor a 40 veces), cualquiera que sea el número de torones;
- b) Se requiere que los cables de acero de suspensión se calculen con un factor de seguridad mínimo obtenido a través de la siguiente ecuación o bien de la tabla 2;

$$F = S \times N \times n/W$$

donde:

- F es el factor de seguridad.
- S es el valor del esfuerzo a la ruptura del cable proporcionado por el fabricante del cable.
- N es el número de ramales de cables cargando (ver nota).
- n es el número de cables.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

W de la máxima carga estática impuesta sobre todos los cables del carro con el peso del carro y su carga nominal en cualquier posición del carro en el cubo.

Nota: En el caso de arreglos de cables múltiples, el número de ramales de cables (N) cargando debe ser:

- Para el arreglo 2:1, el doble de ramales de cables utilizados.
- Para el arreglo 3:1, el triple de ramales de cables utilizados.

Tabla 2.- Factores mínimos de seguridad para cables

Velocidad de cable	Factor mínimo de seguridad		Velocidad de cable	Factor mínimo de seguridad	
	Pasajeros	Carga		Pasajeros	Carga
m/s			m/s		
0.25	7.60	6.65	3.25	10.85	9.65
0.38	7.75	6.85	3.50	11.00	9.80
0.50	7.95	7.00	3.75	11.15	9.90
0.65	8.10	7.15	4.00	11.25	10.00
0.75	8.25	7.30	4.25	11.35	10.10
0.87	8.40	7.45	4.50	11.45	10.15
1.00	8.60	7.65	4.75	11.50	10.20
1.12	8.75	7.75	5.00	11.55	10.30
1.25	8.90	7.90	5.25	11.65	10.35
1.50	9.20	8.20	5.50	11.70	10.40
1.75	9.50	8.45	5.75	11.75	10.45
2.00	9.75	8.70	6.00	11.80	10.50
2.25	10.00	8.90	6.25	11.85	10.50
2.50	10.25	9.15	6.50	11.85	10.55
2.75	10.45	9.30	6.75	11.85	10.55
3.00	10.70	9.50	7.00-10.00	11.90	10.55

Se requiere que:

b.1) El factor de seguridad de los amarres de los cables de acero sea como mínimo el 60% del de los cables;

b.2) Los extremos de los cables de acero se fijen con metal fundido, auto-acuñamiento, empalme o cualquier otro sistema de seguridad equivalente;

b.3) La fijación de los cables de acero sobre los tambores puede hacerse por medio de un sistema de bloqueo por cuñas o por dos bridas como mínimo, y

b.4) Para los cables sintéticos y bandas, se requiere que cumplan los factores de seguridad establecidos en la tabla 2 del punto anterior.

c) Todas las especificaciones de este inciso (5.5.1.2) se comprueban a través de la memoria de cálculo, el factor de seguridad e inspección visual.

5.5.1.3 Adherencia de los cables de acero

Se requiere que:

a) No sea posible desplazar el carro hacia arriba cuando encontrándose el contrapeso apoyado en sus amortiguadores, se le transmita al grupo tractor un movimiento de rotación en el sentido "ascendente";

b) No sea posible desplazar el contrapeso hacia arriba cuando, encontrándose la cabina apoyada sobre sus amortiguadores, se le transmita al grupo tractor un movimiento de rotación en el sentido "descendente", y

c) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.5.1.4 Arrollamiento de los cables de acero

a) Cuando el carro o el contrapeso descansen sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, se requiere que queden como mínimo dos vueltas de cable de acero arrollados sobre el tambor;

b) Se requiere que no exista más de una capa de cables de acero arrollados en el tambor, y

c) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.5.1.5 Reparto de la carga entre los cables de acero

a) Debe contarse con un dispositivo automático de compensación de la tensión de los cables de acero de suspensión como mínimo en uno de sus extremos;

b) Si se utilizan muelles para compensar la tensión, deben trabajar a compresión, y

c) Estas especificaciones se deben comprobar por medio de inspección visual.

5.5.1.6 Cables de compensación

a) Cuando se utilizan cables de compensación, deben estar tensados si la velocidad nominal del elevador rebasa 2,5 m/s. La tensión debe obtenerse por acción de la gravedad;

b) La relación de diámetros entre las poleas y el cable de acero de compensación debe ser como mínimo 30;

c) La relación de diámetros entre las poleas y otros elementos de suspensión puede reducirse, y

d) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.5.2 Del seguro contra caídas

5.5.2.1 Usos

a) El carro debe ir provisto de un seguro contra caídas capaz de detenerlo y mantenerlo con plena carga en el sentido del descenso, aprisionándolo sobre sus guías;

b) Cuando el cubo queda ubicado por encima de los locales con acceso a personas, el contrapeso debe también ir provisto de un seguro contra caídas que sólo pueda actuar en el sentido descendente;

c) Los seguros contra caídas de carro y contrapeso deben ser accionados por un limitador de velocidad, y

5.5.2.2 Accionamiento

a) Los seguros contra caídas de carro pueden ser de acción instantánea con o sin efecto amortiguado si la velocidad del elevador no rebasa 1,0 m/s;

b) Si la velocidad del elevador rebasa 1,0 m/s, debe ser de acción retardada o progresiva, y

5.5.2.3 Liberación del dispositivo de acuñamiento

Tras la liberación del dispositivo de acuñamiento, el seguro contra caídas debe quedar en estado de funcionamiento normal con las cuñas abiertas.

5.5.2.4 Limitador de velocidad

El accionamiento del seguro contra caídas por el limitador de velocidad no debe efectuarse antes que la velocidad del carro alcance 115% de la velocidad nominal y debe efectuarse antes de que alcance 140% para los seguros contra caídas de acción instantánea, o 120% de la velocidad nominal para los seguros contra caídas de acción instantánea de efecto amortiguado y para los seguros contra caídas de frenado progresivo, debe aplicarse la velocidad que se obtenga de la expresión $1,25v + 0,25/v$ (siendo v la velocidad nominal).

5.5.2.5 Fuerza necesaria para que accione el limitador de velocidad y el seguro contra caídas

Se requiere que la fuerza producida por el limitador de velocidad al accionar sea como mínimo el doble de la fuerza necesaria para hacer accionar el seguro contra caídas.

5.5.2.6 Cable del limitador de velocidad

- a) El limitador de velocidad debe accionarse por un cable de acero flexible, cadena de acero o similar;
- b) El diámetro nominal del cable, cadena o similar debe ser como mínimo de 0,005 m;
- c) La relación entre el diámetro primitivo de la polea del limitador de velocidad y el diámetro nominal del cable, cadena o similar debe ser de 30 veces como mínimo;
- d) El cable, cadena o similar de arrastre debe tensarse por medio de una polea tensora;
- e) En el momento del accionamiento del seguro contra caídas no debe dañarse el cable, cadena o similar, incluso cuando la distancia de frenado sobre las guías sea superior a la normal;
- f) El cable de arrastre debe ser desconectado fácilmente del seguro contra caída, y
- g) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual y midiendo el cable, cadena o similar con calibrador.

5.5.2.7 Control eléctrico

En caso de accionamiento del seguro contra caídas del carro o del contrapeso, un dispositivo montado sobre el mismo debe provocar la apertura del circuito del motor y del freno, cuando más tarde, en el momento de su accionamiento

5.6 Guías.

5.6.1 Fijación y funcionamiento

- a) Se requiere que la fijación de las guías a sus soportes y al edificio permitan compensar por alineamiento, los efectos debidos a los asentamientos normales del edificio y a la contracción del concreto, y que el diseño de las fijaciones sea tal, que su deformación eventual no deje suelta a la guía.
- b) Esta especificación se debe comprobar por medio de inspección visual.

5.7 Amortiguadores

5.7.1 Del carro y de contrapeso

- a) Los elevadores deben estar provistos de amortiguadores en el extremo inferior del recorrido del carro y del contrapeso;
- b) Los elevadores de tambor de arrollamiento deben, además, ir provistos de amortiguadores colocados sobre el carro, susceptibles de entrar en acción en la parte superior del recorrido;
- c) Los elevadores cuya velocidad nominal rebase 1,25 m/s deben estar provistos de amortiguadores de disipación de energía, y
- d) Esta especificación se comprueba por medio de inspección visual.

5.7.2 Carrera de los amortiguadores

5.7.2.1 Amortiguadores de acumulación de energía

- a) La carrera total posible de los amortiguadores debe ser, como mínimo, igual a dos veces la distancia de la parada por gravedad correspondiente a 115% de la velocidad nominal del carro (o sea $2 \times 0,0674 v^2$ aproximadamente igual a $0,135 v^2$), en donde la carrera del amortiguador se expresa en metros y la velocidad (v) en m/s. Sin embargo, es recomendable que este recorrido no sea inferior a 0,065 m, conforme a la tabla 3;
- b) Los amortiguadores deben calcularse para que queden totalmente comprimidos bajo una carga estática de 2 a 4 veces el peso del carro con su carga nominal (o el peso del contrapeso), y
- c) Estas especificaciones se comprueban al medir la carrera del amortiguador y comparar el valor con respecto a la tabla 3.

5.7.2.2 Amortiguadores de disipación de energía

- a) La carrera total posible de los amortiguadores debe ser como mínimo igual a la distancia de parada por gravedad correspondiente al 115% de la velocidad nominal del elevador ($0,0674 v^2$) en donde la carrera del amortiguador se expresa en m y la velocidad en m/s. Ver tabla 4;

Tabla 3. Amortiguador(es) de acumulación de energía

Velocidad nominal m/s	Carrera en mm
0.25	65
0.50	65
0.75	65
1.00	77
1.20	128

b) Con la carga nominal del carro y en caída libre, la desaceleración media en el momento de la acción de los amortiguadores no debe rebasar G (siendo G la aceleración de la gravedad). En este sentido, no deben producirse desaceleraciones mayores a 2,5 G durante más de 0,04 segundos;

c) La velocidad al impacto sobre los amortiguadores a tomar en consideración es igual a aquella para la cual ha sido calculada la carrera de los amortiguadores, y

d) Estas especificaciones se comprueban al medir la carrera del amortiguador y comparar con respecto a la tabla 4.

5.7.2.3 Cuando la reducción de velocidad del elevador, en los extremos de recorrido, se verifique por un dispositivo que responda a las prescripciones del inciso 5.7.2.4 de la presente Norma Oficial Mexicana, la velocidad a la cual el carro (o el contrapeso) tomará contacto con los amortiguadores, puede ser utilizada en lugar de la velocidad nominal, para calcular la carrera del amortiguador, de conformidad con lo dispuesto por el inciso 5.7.2.2 de la presente Norma Oficial Mexicana. En cualquier caso, la carrera no puede ser inferior a:

a) 50% de la carrera calculada de acuerdo al inciso 5.7.2.2 de la presente Norma Oficial Mexicana si la velocidad nominal no excede de 4 m/s;

b) 33,33% de la carrera calculada de acuerdo al inciso 5.7.2.2 de la presente Norma Oficial Mexicana, si la velocidad nominal es superior a 4 m/s, y

c) En ninguno de los dos casos estas carreras pueden ser inferiores a 175 mm.

5.7.2.4 Detector de reducción de velocidad de la máquina cuando se use carrera reducida de los amortiguadores de disipación de energía.

5.7.2.4.1 Deben existir dispositivos que comprueben que la reducción de velocidad es efectiva antes de llegar al nivel de las paradas extremas.

5.7.2.4.2 Si la reducción de velocidad no es efectiva, estos dispositivos deben provocar la reducción de la velocidad del carro de manera que, si éste entra en contacto con los amortiguadores, sea como máximo a la velocidad para la cual ellos han sido calculados.

5.7.2.4.3 Si el control de reducción de velocidad no es independiente del sentido de viaje, un dispositivo debe controlar que el movimiento del carro corresponde al sentido de viaje ordenado.

Tabla 4. Amortiguador(es) de disipación de energía

Velocidad m/s	Carrera mm	50%	33%
1.50	175		
2.00	210		
2.50	420		
3.00	550	420	
3.50	860	540	
4.00	1112	710	
4.50	1390		590
5.00	1740		730
6.00	2190		1060

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Velocidad m/s	Carrera mm	50%	33%
7.00	4370		1440
8.00	5700		1880
9.00	7220		2880
10.00	8910		2940
11.00	10780		3650
12.00	12830		4230

5.7.2.4.4 Si estos dispositivos, o una parte de ellos, están colocados en el cuarto de máquinas:

a) Deben ser accionados por un dispositivo conectado mecánicamente con el carro, y
 b) Si se utiliza un enlace por cinta, cadena o cable, para la transmisión de la posición del carro al cuarto de máquinas, la rotura o aflojamiento del órgano del enlace debe mandar la parada de la máquina por la acción de un dispositivo eléctrico de seguridad.

5.7.2.4.5 El mando y funcionamiento de estos dispositivos deben estar concebidos de tal manera que, del conjunto que ellos constituyen con los elementos de funcionamiento normal del elevador, resulte en un sistema de control de reducción de velocidad.

5.8 Dispositivos de seguridad de sobrepaso

5.8.1 Regulación

a) Los dispositivos de seguridad de sobrepaso deben precisarse para accionar lo más cerca posible de los puntos de parada extremos, sin correr el riesgo de producir detenciones a destiempo, y

b) Deben accionar antes de que el carro o el contrapeso, si los hay, se pongan en contacto con los amortiguadores.

5.8.2 Mando

5.8.2.1 Para elevadores de tambor arrollamiento

Se debe utilizar un interruptor específico para el caso de sobrepaso.

5.8.2.2 Para elevadores de tracción

El mando del o los dispositivos de seguridad de sobrepaso debe efectuarse, por el carro (o por un dispositivo de seguridad unido directamente al carro) en las partes alta y baja del cubo.

5.8.3 Accionamiento

5.8.3.1 Elevadores de tracción de una o varias velocidades

a) Los dispositivos de seguridad de sobrepaso deben abrir el circuito de alimentación de bobinas de dos contactores cuyos contactos abran los circuitos de alimentación del motor y del freno, aunque uno de los contactores no llegue a caer por defectos mecánicos o eléctricos, y

b) Cada uno de estos contactores debe ser capaz de cortar la carga de circuito de alimentación.

5.8.3.2 Elevadores de tensión variable o de variación continua de velocidad

Los dispositivos de seguridad de sobrepaso deben asegurar rápidamente la parada de la máquina.

5.8.3.3 Puesta en marcha del elevador después del accionamiento del dispositivo de seguridad de sobrepaso.

a) Después del accionamiento del dispositivo de seguridad de sobrepaso la nueva puesta en servicio del elevador sólo debe efectuarse por la intervención del personal capacitado, y

b) Si existen varios dispositivos de sobrepaso en cada extremo del recorrido, uno de ellos, como mínimo, debe impedir el desplazamiento en ambos sentidos de marcha, y debe necesitar la intervención de personal autorizado para la nueva puesta en servicio.

5.9 Del juego entre carro y pared de cubo

5.9.1 Elevadores con puerta

- a) La distancia horizontal entre el cubo y el umbral o marco embocadura de la cabina (para elevadores de carga) o cara exterior de las puertas, no debe rebasar 0,25 m;
- b) La distancia horizontal entre el umbral de la cabina y el umbral de las puertas de acceso no debe rebasar 0,035 m;
- c) La distancia horizontal entre puerta de cabina y puertas del cubo cerrados no debe rebasar 0,25 m, y
- d) Estas especificaciones se deben comprobar por medio de una cinta métrica.

5.10 De tracción

5.10.1 Formas de tracción

- a) La tracción del carro y del contrapeso por medio de la máquina debe hacerse por adherencia (poleas y cables o elementos de suspensión) o por arrastre (tambor y cables o elementos de suspensión), y
- b) Esta especificación se comprueba por medio de inspección visual.

5.10.2 Frenado

El elevador debe ir provisto de un sistema de frenado que accione automáticamente cuando falla el suministro eléctrico de alimentación a la máquina, o cuando se interrumpa la corriente de maniobra. Dicho sistema de frenado debe tener obligatoriamente un freno electromecánico que actúe por fricción,

5.10.3 Accionamiento de emergencia

- a) La máquina debe estar provista de un dispositivo de maniobra de emergencia que permita llevar el carro a uno de los accesos próximos.
- b) Si este dispositivo es desmontable, debe hallarse en un lugar accesible en el cuarto de máquinas (cuando corresponda).
- c) Estas especificaciones se deben comprobar por medio de inspección visual.

5.11 Eléctricas

Nota: Lo señalado en el presente capítulo, relativo a la instalación y a los elementos constitutivos de los aparatos eléctricos se aplica a:

- a) El interruptor principal del circuito de potencia y a los circuitos derivados de él, y
- b) El interruptor de alumbrado de la cabina y a los circuitos de este alumbrado.

El elevador es considerado como un conjunto, de la misma forma que una máquina y los aparatos incorporados a ella.

5.11.1 Tensión de alimentación

- a) Toda pieza metálica que pueda alcanzar una tensión media o eficaz superior a 50 V, a consecuencia de una falla o defecto, debe ser puesta a tierra de forma segura y permanente, y
- b) Ningún conductor a tierra debe, en condiciones normales, conducir corriente eléctrica.

5.11.2 Dispositivo detector de sismos.

- a) La aplicación del sensor es obligatoria a edificios con seis o más niveles ubicados en la Zona Sísmica tipo D y en el Distrito Federal en la zona tipo III (de lago) (referencia Servicio Sismológico Nacional. Regiones Sísmicas de México), y
- b) La aplicación del sensor es obligatoria a edificios de tráfico intenso con tres o más niveles ubicados en la Zona Sísmica tipo D y en el Distrito Federal en la zona tipo III (de lago) (referencia Servicio Sismológico Nacional. Regiones Sísmicas de México).

Ante la actuación del sensor de sismos, los elevadores deben hacer su parada más próxima posible y quedar estacionados con puertas abiertas.

El sensor de sismos solamente podrá ser restablecido por personal autorizado después de una inspección en cubo, fosa y cuarto de máquinas.

5.11.3 Protección de los motores

- a) Los motores de tracción, conectados directamente a la red de alimentación, lo mismo que los motores que accionan un generador de corriente continua para la alimentación del motor de tracción, deben estar protegidos por un dispositivo automático contra los corto circuitos, sobrecargas y caída o inversión de fases, en al menos dos fases
- b) Después del accionamiento de dicho dispositivo, la nueva puesta en servicio debe ser efectuada por personal competente, y
- c) Si el dispositivo interno del motor utilizado para la protección del mismo contra las sobrecargas actúa por aumento de la temperatura de los devanados, puede volver a reponerse automáticamente después del enfriamiento.

5.11.4 Funcionamiento nulo del elevador

5.11.4.1 Paros en el elevador

- a) El elevador debe dejar de funcionar si ocurre una de las siguientes fallas:

- a.1.) Ausencia de tensión en las líneas de potencia;
- a.2.) Ruptura de un conductor en circuitos de potencia y seguridad;
- a.3.) Falla móvil de un contactor o de un relevador en circuito de potencia;
- a.4.) Falla de apertura de un contacto en circuito de seguridad o potencia, y/o
- a.5.) Falla de cierre de un contacto en circuito de seguridad o potencia.

- b) Debe ser imposible todo nuevo arranque, mientras la falla persista;

- c) La nueva puesta en servicio sólo debe ser posible por la intervención de personal autorizado, y

5.11.5 Contactos de seguridad en cubo y cuarto de máquinas (cuando corresponda)

- a) Cuando se acciona un contacto de seguridad, los elementos de los interruptores deben separarse mecánicamente por arranque;

- b) Las partes con tensión de los contactos de seguridad deben llevar envoltentes protectores, y

5.11.6 Desplazamiento

El mando de los desplazamientos del carro debe efectuarse eléctricamente. Esta especificación se debe comprobar por medio de inspección visual.

5.11.7 Operación de conservación e inspección

- a) Para facilitar las operaciones de inspección y conservación, se debe instalar una caja de mando fácilmente accesible sobre el techo de la cabina o en el tablero de control;

- b) La puesta en servicio de este dispositivo debe hacerse por un interruptor que cumpla con las prescripciones de los contactos de seguridad;

- c) Dicho interruptor debe ir protegido contra toda acción involuntaria y se deben cumplir las siguientes condiciones en forma simultánea;

- d) La conexión de la operación de inspección debe anular los mandos normales, incluso el movimiento de las posibles puertas automáticas;

- e) Si los dispositivos de conmutación utilizados para anular los mandos señalados en el párrafo inmediato anterior son contactos de seguridad solidarios con la entrada del interruptor de inspección, deben impedir todo desplazamiento involuntario del carro incluso en el momento de la presencia de una de las fallas consideradas en el inciso 5.11.4.1 de la presente Norma Oficial Mexicana;

- f) El movimiento del carro debe quedar subordinado a una presión permanente sobre un pulsador protegido contra toda acción involuntaria indicándose de manera clara el sentido del viaje;

- g) El desplazamiento del carro no debe efectuarse a una velocidad superior a 1,0 m/s;

- h) No debe ser posible rebasar los niveles de las paradas extremas;

- i) El funcionamiento del elevador debe permanecer bajo el control de los dispositivos de seguridad, y

j) Las especificaciones de este inciso (5.11.7) se deben comprobar por medio de inspección visual.

5.11.8 Dispositivos para reapertura de puertas

Si las puertas son de mando automático, debe preverse un dispositivo que permita, en caso de necesidad, invertir el movimiento del cierre

5.11.9 Dispositivo de alarma y luz de emergencia

Para poder obtener, en caso de necesidad, un auxilio exterior, los pasajeros deben tener en la cabina un dispositivo fácilmente identificable de tono y timbre distintivo y accesible que permita pedir ayuda

5.11.10. Operación en caso de incendio

a) Los elevadores deben contar con una función en caso de incendio, la cual conduzca al elevador a retornar a la parada predeterminada para desalojo, sin atender llamadas prerregistradas. Esta función puede ser activada en forma manual o automática, y

5.12 Indicaciones

5.12.1 En cabina

a) Debe indicarse la carga nominal del elevador en kg para elevadores de carga, además la del número máximo de personas en elevadores para pasajeros;

b) Todas las cabinas deben estar dotadas de alumbrado de emergencia, y

c) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.12.2 Sobre el techo de la cabina

a) Debe indicarse cerca del interruptor de parada la palabra: "PARO" y de preferencia que dicha palabra sea de color rojo y debe estar colocada en tal forma que no haya riesgo de error sobre la posición correspondiente a la parada;

b) Deben indicarse cerca del interruptor de inspección las palabras: "NORMAL" e "INSPECCION", si dicho interruptor está sobre el carro;

c) Debe indicarse cerca de los pulsadores de inspección, la dirección del sentido del viaje;

d) Los interruptores de operación en inspección deben contar con botones pulsadores que sean accionados horizontalmente y deben estar protegidos con una guarda o que el propio diseño impida su accionamiento involuntario, y

e) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.12.3 En el cuarto de máquinas (cuando exista)

a) Deben colocarse inscripciones que permitan identificar los interruptores propios de cada elevador, si existen varias máquinas en el mismo local;

b) Se deben colocar instrucciones detalladas a observar respecto a la utilización del dispositivo de maniobra de socorro manual;

c) Se debe colocar sobre el volante del motor o cerca del mismo, la indicación del sentido de desplazamiento del carro;

d) Si el volante es desmontable, o el dispositivo manual para el desalojo de personas es otro, la indicación de dirección debe colocarse en una parte fija de la máquina;

e) Deben marcarse con un color contrastante los cables tractores u otros elementos de suspensión contra una referencia fija para saber que el elevador está a nivel de piso, o existir un dispositivo similar que efectúe la misma función, y

f) Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual.

5.12.4 Los elevadores objeto de esta Norma tienen una vida útil estimada de 10 años siempre y cuando se lleve a cabo un mantenimiento periódico conforme a la rutina recomendada por el fabricante. En condiciones de ambientes corrosivos, la vida útil se determina de común acuerdo entre fabricante del equipo o contratista y dueño del inmueble o el contratante. La operación con sobrecarga del equipo y el uso negligente reduce la vida útil.

Estas especificaciones se comprueban por medio de inspección visual y tomar nota de las condiciones del ambiente.

6. Información comercial

En el carro deben ir impresos en forma clara e indeleble los siguientes datos, como mínimo:

- a) Nombre o símbolo del fabricante y/o contratista.
- b) Capacidad en kilogramos (kg) para elevadores de carga, además del número de personas para elevadores de pasajeros.
- c) La leyenda "HECHO EN MEXICO" o designación del país de origen.
- d) Las cabinas de montacargas y montacoques deben llevar una indicación que diga: "Prohibido el transporte generalizado de pasajeros".

7. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad del producto objeto de la presente Norma Oficial Mexicana, se llevará a cabo por unidades de verificación acreditadas y aprobadas, en términos de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

8. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

CONCLUSIONES

- La experiencia obtenida de este proyecto resultó muy valiosa en cuanto a que, tratándose de equipo con más de 20 años de uso, resultaría altamente redituable sustituir el sistema de elevadores, las UAGH's y los equipos de iluminación que actualmente se tienen instalados.
- Los resultados de este proyecto indican que existe un amplio potencial de ahorro tanto energético como económico.
- En lo que se refiere al aire acondicionado, la sustitución de las UAGH's podría resultar a simple vista una medida costosa, pero los ahorros obtenidos en los tres rubros, consumo, demanda e importe, son a tal punto atractivos que la inversión se recuperaría en menos de 2.5 años, además de otras ventajas como disminución en los gastos de mantenimiento generados por el equipo anterior.
- En cuanto a la propuesta técnica de los elevadores, podemos concluir que en principio la inversión se tiene que hacer debido a que la vida útil del equipo instalado está por terminarse. Adicionalmente, al efectuar el cambio propuesto se ahorrarían cantidades importantes de energía eléctrica traduciéndose esto en ahorros económicos, lo anterior se demostró en los cálculos efectuados en la propuesta. Algo que también consideramos importante, es que se mejoraría la calidad del servicio al usuario.
- Quedo demostrado que al hacer la propuesta técnica en cuanto al sistema de iluminación se logró mejorar el nivel de iluminación mejorando el servicio a los usuarios para cada una de sus actividades. El consumo de energía eléctrica disminuyó con respecto al consumo total y en consecuencia se obtiene un beneficio económico. La amortización de la inversión para llevar a cabo la propuesta técnica en este rubro se efectuará en 5.28 años, entonces concluimos que si procede la reingeniería en el sistema de iluminación.
- Con la propuesta de modernización anteriormente descrita, se lograría obtener un ahorro en el consumo de energía eléctrica de 1,255,056 kWh/año, una disminución en carga eléctrica de 438 kW, así como una disminución en la facturación eléctrica de \$1,074,287.00 anual.
- Los anteriores valores representan en porcentajes un ahorro en el consumo de energía promedio anual de 35.4%, un ahorro en carga eléctrica del 35.29% y un ahorro en facturación eléctrica del 35.4% en promedio anual.
- La inversión total del proyecto de modernización requeriría un monto de \$9,495,553.00, del cual el tiempo de recuperación total sería de 9 años, y sus recuperaciones parciales serían de:

Para 6 elevadores 11.1 años.

Para 2 unidades generadoras de agua helada 2.5 años.

Para iluminación 5.28 años.

BIBLIOGRAFÍA

- **TRANSPORTE VERTICAL**
Antonio Miravete
Emilio Larrodé
Editado por: Universidad de Zaragoza
- **PRINCIPIOS DE ILUMINACIÓN**
Holophane S.A. de C.V.
- **TECNOLOGÍA DE LA REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**
William C. Whitman
William M. Johnson
Editado por: Paraninfo
- **CATÁLOGO CONDENSADO 2001**
Holophane S.A. de C.V.
- **CATÁLOGO TÉCNICO DE ELEVADORES**
Elevadores OTIS S.A. de C.V.
- **CATÁLOGO TÉCNICO DE ELEVADORES**
KONE México S.A. de C.V.
- **CATÁLOGO TÉCNICO DE ELEVADORES**
MELCO de México S.A. de C.V.
Subsidiaria MITSUBISHI Electric CO.
- **CATÁLOGO TÉCNICO DE AIRE ACONDICIONADO**
YORK México
YORK International S.A. de C.V.

