



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001

CURSOS INSTITUCIONALES

ALUMBRADO PÚBLICO

— Del 15 de Noviembre al 17 de Diciembre de 2004 —

APUNTES GENERALES

CI - 137

Instructor: Ing. Justo Gutiérrez Moyado
DELEGACIÓN COYOACÁN
NOVIEMBRE/DICIEMBRE DE 2004

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	5
TEMA 1	
INTRODUCCIÓN	6
TEMA 2	
ALUMBRADO PÚBLICO	10
TEMA 3	
ALUMBRADO GENERAL DE ÁREAS	49
TEMA 4	
ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA DE EXTERIORES	58
TEMA 5	
INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO	63
TEMA 6	
PROCEDIMIENTOS PARA MEDICIONES EN CAMPO	83
TEMA 7	
IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN EL CAMPO.....	85
TEMA 8	
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.....	94
BIBLIOGRAFÍA	117

INTRODUCCIÓN

En la Ciudad de México, identificada como la Ciudad de la esperanza, el servicio de alumbrado público, muestra grandes avances en materia de ahorro de energía eléctrica al contar prácticamente con luminarias que integran lámparas vapor de sodio alta presión con su característica luz ámbar. Según datos de noviembre de 1989, eran 320,000 luminarias aproximadamente¹. Estas luminarias son consideradas ahorradoras de energía, ya que vinieron a reemplazar las luminarias vapor de mercurio.

La actual administración, preocupada por reducir costos de operación de los sistemas, ha creado un programa de ahorro de energía del Gobierno del Distrito Federal en el cual ha implementado medidas de ahorro de energía, con alto grado de innovación, como es el programa de conversión de la red primaria de alumbrado público a tensión media, así como el uso de sistemas, equipos y componentes de luminarias ahorradores de energía con tecnología de punta, y la instalación de luminarias más eficientes que permitan reducir la potencia de la lámpara

También es importante destacar que la actual Dirección de Alumbrado Público, ha desarrollado importantes proyectos en vialidades utilizando luminarias eficientes con lámparas tipo aditivos metálicos con su luz blanca y rica en color, embelleciendo las avenidas y camellones, logrando atractivos contrastes con la luz amarilla del sodio y un excelente confort visual.

Ante la necesidad de contar con conocimientos y destreza en el diseño de proyectos de fachadas, fuentes y monumentos y continuar embelleciendo la Ciudad con luminarias eficientes energéticamente y continuar con el programa de ahorro de energía en los sistemas de alumbrado público, se estructura este curso, dirigido al personal de proyectos, al operativo, de mantenimiento y construcción, y en general a todos dentro de la Delegación vinculados directa o indirectamente con el servicio, considerado dentro del arte y ciencia de la iluminación.

Los temas de que consiste el curso son:

- 1.- INTRODUCCIÓN.
- 2.- ALUMBRADO PÚBLICO.
- 3.- ALUMBRADO GENERAL DE ÁREAS.
- 4.- ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA DE EXTERIORES.
- 5.- INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.
- 6.- PROCEDIMIENTOS PARA MEDICIONES EN CAMPO.
- 7.- IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN EL CAMPO.
- 8.- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.

Para cumplir con los objetivos del curso se contará con el apoyo del presente manual, con información reciente de los industriales del ramo de la iluminación, las normas de eficiencia energética, la NOM 001 SEDE 1999, así como información de la C.F.E. (Comisión Federal de Electricidad) y Luz y Fuerza del Centro, con el apoyo del programa de cálculo "VISUAL de la empresa Lithonia Lighting, y de lo más importante del curso, el factor humano, se ha integrado un grupo de instructores especialistas dedicados por varios años a la ingeniería de iluminación quienes con sus conocimientos aunados a los del personal de la Delegación garantizan el logro de los objetivos.

Ing. Justo Gutiérrez Moyado

¹ Simposium Desarrollo Técnico DDF-1989

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los asistentes del curso, las guías y criterios para la elaboración de iluminación de vialidades y áreas exteriores, tomando en consideración los criterios para el uso eficiente de la energía de acuerdo a lo prescrito por la Norma Oficial de Eficiencia Energética, así como el conocimiento técnico económico de alternativas para la selección de equipo.

Tema 1

Introducción

“CUANDO EN LA CIUDAD DE MÉXICO EL SOL SE PONE, EL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO SE IMPONE ILUMINANDO Y EMBELLECIENDO SUS VIALIDADES, PARQUES, FACHADAS, FUENTES Y MONUMENTOS CON LA LUZ DORADA DEL SODIO ALTA PRESIÓN Y LA LUZ BLANCA DE LOS HALOGENUROS METÁLICOS, CUAL SI FUERA UNA DAMA EMBELLÉCIDA CON JOYAS DE ORO Y PLATA.....

.....TODO ESTO GRACIAS A LA LABOR DE TODOS USTEDES ESTIMADOS ALUMNOS QUE DÍA A DÍA Y DE TIEMPO COMPLETO ESTÁN DEDICADOS A EL ARTE Y LA INGENIERÍA DE ILUMINACIÓN EN EL ALUMBRADO DE EXTERIORES”.

Ing. Justo Gutiérrez Moyado

ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En diferentes épocas la capital se ilumina con faroles a base de aceite, trementina e hidrogeno. Al incorporarse la energía eléctrica se utilizaron:

- Lámpara de arco
- Incandescentes
- Iluminarios vapor de mercurio instalados a partir de los 60's en un número aproximado a 180,000.

En los últimos años se han transformado lámparas vapor mercurio a sodio alta presión, las cuales en cantidad según datos de 1989 eran aproximadamente 320,000 luminarias.

Cifra que representaba el 20% más de lámparas con que contaba Nueva Cork y 40% más que los de la ciudad de París.

Los 320,000 luminarios podrían proporcionar alumbrado a todos los litorales del país.

Ejercicio:

Actualmente la ciudad de México identificada como la Ciudad de la Esperanza cuenta con _____ luminarias.

La actual administración de alumbrado público implementa el programa de ahorro de energía eléctrica que además de continuar haciendo retrofit en luminarias y desarrollando proyectos en base al sodio alta presión.

- Hace retrofit y proyectos en base a halogenuros o aditivos metálicos.
- Convierte en calidad de prueba piloto la red primaria de alumbrado público a tensión media.
- Desarrolla un proyecto piloto de balastos inteligentes.
- Realiza pruebas de campo a sistemas ahorradores de energía en el control de potencia (kw) y consumo de energía (kwh)

Con la mediada anteriores se ha logrado reducir el costo de la facturación y por consumo de energía y embellecer vialidades, calles, parques y jardines así como fachadas y monumentos, y los pasos a desnivel.

En reto actual de la D. A. P. es el ahorrar energía eléctrica en todos los sistemas a base de sodio A. P. y aditivos metálicos, sin menos cabo de los niveles de iluminación y confort visual en la red vial primaria.

Ejercicio:

Cantidad:

_____ Corredores viales.

_____ Vías.

_____ Ejes viales.

_____ Avenidas principales.

A los cuales se proporciona alumbrado con:

_____ Luminarios.

_____ Superpostes.

_____ Pasos peatonales.

_____ Pasos vehiculares.

Tendidos a los largos de _____ Km.

Tema 2

Alumbrado Público

CONCEPTOS BÁSICOS ELÉCTRICOS UTILIZADOS EN ILUMINACIÓN

MAGNITUDES ELÉCTRICAS QUE SE MARCAN EN LAS LÁMPARAS O CASQUILLOS.

MAGNITUD	UNIDADES DE MEDICIÓN
TENSIÓN O VOLTAJE	VOLTS (V)
INTENSIDAD DE CORRIENTE	AMPERES (A)
POTENCIA	WATTS (W)

DEFINICIONES DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS USUALES EN ILUMINACIÓN

TENSIÓN O VOLTAJE: ES EL TRABAJO QUE SE REALIZA PARA MOVER UNA CARGA DESDE UN PUNTO A OTRO DENTRO DE UN CONDUCTOR ELÉCTRICO. SE PUEDE DECIR QUE ES LA FUERZA ELÉCTRICA NECESARIA PARA DESPLAZAR UNA CARGA ELÉCTRICA. ESTA CARGA PUEDE SER UN ELECTRÓN O UN PROTÓN.

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA; ES LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD CIRCULANDO POR UN CONDUCTOR, UNA MAQUINA O UNA LÁMPARA ELÉCTRICA. PUEDE SER CORRIENTE DIRECTA O CORRIENTE ALTERNA.

POTENCIA ELÉCTRICA: LOS FÍSICOS LA DEFINEN COMO LA CANTIDAD DE TRABAJO REALIZADO EN LA UNIDAD DE TIEMPO. ENTENDIENDO POR TRABAJO EL ESFUERZO QUE SE REALIZA SOBRE UN OBJETO A TRAVÉS DE UNA DISTANCIA. ESTE ESFUERZO ENFOCADO AL CAMPO DE LAS LÁMPARAS SERIA EL REALIZADO POR LOS ELECTRONES EN EL FILAMENTO O EN EL ARCO PARA CONVERTIR ENERGÍA ELÉCTRICA EN ENERGÍA LUMINOSA.

RESISTENCIA ELÉCTRICA: ES LA OPOSICIÓN QUE ENCUENTRAN LOS ELECTRONES AL CIRCULAR POR UN CONDUCTOR O POR EL FILAMENTO DE UNA LÁMPARA ELÉCTRICA, AUMENTA CON LA LONGITUD Y DISMINUYE CON EL ÁREA. SE LE MIDE EN OHMS.

CIRCUITO ELÉCTRICO BÁSICO: ES EL CONJUNTO FORMADO POR UNA FUENTE DE VOLTAJE, CONDUCTORES ELÉCTRICOS, UNO O MÁS INTERRUPTORES O APAGADORES Y APARATOS, MAQUINAS O LÁMPARAS ELÉCTRICAS.

CORRIENTE ELÉCTRICA DIRECTA: EXISTE EN UN CONDUCTOR, O EN UN CIRCUITO ELÉCTRICO CUANDO UNA FUENTE DE VOLTAJE ADECUADA (PILA, ACUMULADOR, O GENERADOR) PROVOCA QUE LOS ELECTRONES SE DESPLACEN O CIRCULEN SIEMPRE EN EL MISMO SENTIDO.

CORRIENTE ALTERNA; CUANDO EN UN CONDUCTOR, CIRCUITO O LÁMPARA LOS ELECTRONES CIRCULAN SIEMPRE EN EL MISMO SENTIDO SE TIENE ESTE TIPO DE CORRIENTE. SE LE OBTIENE CUANDO LAS FUENTES DE VOLTAJE SON LOS ALTERNADORES DE COCHE, O LAS GRANDES PLANTAS GENERADORAS DE ELECTRICIDAD DE LA "COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD".

ENERGÍA ELÉCTRICA: PARA QUE LA LÁMPARA TRABAJE SE REQUIERE APLICARLE UNA DETERMINADA POTENCIA DURANTE EL TIEMPO EN QUE ESTE ENCENDIDA, O SEA QUE $ENERGÍA = POTENCIA \times TIEMPO$. SUS UNIDADES SON LOS WATTS X HR.Y CORRESPONDEN A LAS UNIDADES DE MEDIDA QUE NOS COBRA "COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD EN LOS RECIBO BIMESTRALES O MENSUALES.

ALGUNAS MAGNITUDES FÍSICAS UTILIZADAS EN ILUMINACIÓN Y SUS UNIDADES

MAGNITUDES	UNIDADES
LONGITUD	METRO
TEMPERATURA	GRADOS CENTÍGRADOS

ALGUNAS EQUIVALENCIAS DE UNIDADES DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL Y DEL SISTEMA INGLÉS.

PARA LONGITUDES

LA YARDA TIENE 3 PIES.

EL PIE TIENE 12 PULGADAS.

LA PULGADA EQUIVALE A 2.54 CENTÍMETROS.

EQUIVALENCIAS DE TEMPERATURA.

$1^{\circ} F = 1.8^{\circ} C + 32$. (PARA PASAR LOS GRADOS CENTÍGRADOS A FAHRENHEI)

$1^{\circ} C = \frac{{}^{\circ}F - 32}{1.8}$ (PARA PASAR LOS GRADOS FAHRENHEIT A CENTÍGRADOS)

$1^{\circ} k = {}^{\circ}C + 273$ (PARA PASAR LOS GRADOS CENTÍGRADOS A KELVIN)

MEDICIONES PEQUEÑÍSIMAS DE LONGITUD.

EN ILUMINACIÓN GENERALMENTE SE MANEJAN LONGITUDES DEL ORDEN DE

LOS NANOMETROS (Nm) QUE SON IGUAL A $\frac{1}{1000\ 000\ 000}$ PARTE DEL M

O SEA QUE UN Nm = 10^{-9} M.

1 ANGSTROM (A) ES IGUAL A 10^{-8} CM.

ES IMPORTANTE RECORDAR QUE EL PREFIJO KILO (K) ES INDICADOR DE 1000
ASÍ 1 KILÓMETRO ES IGUAL A MIL METROS Y 1 KILOWATT = 1000 WATTS.

INDUSTRIAS SOLA BASIC, PIONERA EN LA FABRICACIÓN DE BALASTROS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA Y BAJA PRESIÓN, CONCIENTE DEL INTERÉS POR PARTE DE SUS CLIENTES DE ESTAR INFORMADOS Y ACTUALIZADOS EN ASPECTOS RELATIVOS A LA ILUMINACIÓN, HACE LLEGAR A USTEDES LA SIGUIENTE INFORMACIÓN SOBRE NUEVAS DISPOSICIONES QUE PRONTAMENTE ENTRARÁN EN VIGOR Y QUE ATAÑEN AL ALUMBRADO PÚBLICO EN MÉXICO.

ESTA INFORMACIÓN APARECE EN EL DIARIO OFICIAL DEL LUNES 10 DE OCTUBRE DE 1994 EN EL CAPITULO NUEVE DE SU QUINTA PARTE Y QUE VA DE LA PAG. 29 A LA PAG. 56.

TENEMOS LA SEGURIDAD, QUE EL PRESENTE MATERIAL LES SERÁ DE GRAN UTILIDAD.
ATENTAMENTE

INDUSTRIAS SOLA BASIC, S.A. DE C.V.

CAPITULO 9 ALUMBRADO PÚBLICO

Este capítulo entrará en vigor seis meses después del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTICULO 901. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL

901-1. Objetivos del alumbrado público

El propósito del alumbrado público es el proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar, facilitar y fomentar el tráfico vehicular y peatonal.

Los principales objetivos de un sistema de alumbrado público son:

- Aumentar la seguridad y la fluidez de la circulación en las vialidades, ayudando a reducir el número de accidentes durante la noche

- Aumentar la seguridad de las personas y sus bienes.
- Promover las actividades comerciales e industriales durante las horas de la noche
- Promover el espíritu de comunidad y su crecimiento.
- Ayudar a la protección policiaca

Esta norma establece las necesidades de calidad de iluminación para diferentes tipos de vialidades, áreas de peatones, o ciclistas de acuerdo con los requerimientos durante las horas de la noche. Para lograr esto los niveles de iluminancia deben ser determinados adecuadamente debido a

- La eficiencia visual es muy baja en la noche

- La capacidad de percepción del individuo decrece con la edad

- Las características de operación del ojo humano varían con las diferentes intensidades de iluminancia.

- La percepción varía en función de la velocidad de circulación.

La iluminación nocturna proporciona visibilidad a los usuarios de tres formas.

a).- El sistema de iluminación propia de la vialidad

b).- De las fuentes de luz ajenas a la vialidad

c).- Del sistema propio de los automóviles

La oscuridad ocasiona accidentes a los usuarios de las vialidades en relación de aproximadamente tres veces más que durante el día. Algunos factores que interactúan con las reducidas condiciones de visibilidad durante la noche son los siguientes:

- Deslumbramiento debido a luces extrañas en el entorno
- Falta de señalización.
- Mal uso de las luces vehiculares, defectuosas, inadecuadas o en mal estado
- Incremento de la fatiga del conductor.
- Uso del alcohol o drogas.
- Decremento de la capacidad visual (percepción, adaptación, acomodación y deslumbramiento) particularmente en conductores de avanzada edad

901-2. Antecedentes para los criterios de diseño

Los criterios para el diseño de la iluminación de vialidades se han basado en el concepto de iluminancia horizontal. Sin embargo, el criterio de cálculo de la luminancia del pavimento y el deslumbramiento perturbador, proporcionan una mejor correlación con la orientación visual debido a la calidad de la iluminación de la vialidad

Esta norma establece los valores de luminancia de pavimento, deslumbramiento perturbador, e iluminancia

La luminancia de pavimento es determinada por la localización del observador, la cantidad de luz que incide en el pavimento, su incidencia relativa y las características de reflexión del mismo

La iluminancia horizontal es una función solamente de la cantidad de luz que llega a varias partes de la superficie y sobre la dirección vertical del haz de luz. No depende solamente de la dirección lateral o de las características de reflectancia del pavimento, sino varía también de acuerdo a la geometría y a las características de reflectancia del luminario que puede causar una amplia variación en la percepción de brillantez del pavimento, que no se contempla en el uso del criterio de iluminancia

El deslumbramiento perturbador proporciona información y mide el efecto del brillo como un porcentaje de la luminancia del promedio total

La iluminancia es la base primordial de esta norma pero el criterio de luminancia es aceptable y está incluido como una alternativa

901-3. Criterios de calidad en el alumbrado público

Las necesidades fundamentales pueden expresarse en términos de percepción visual, a partir de esta necesidad se establecen los criterios fundamentales de calidad en el alumbrado público

1.- Es la relativa habilidad de los sistemas de iluminación de proporcionar las diferencias de contraste que permitan que el usuario pueda detectar y/o reconocer en forma más rápida, precisa y confortable los detalles principales para la tarea visual

2.- Para producir mejor calidad de iluminación, deben considerarse los factores siguientes que se interrelacionan

- Los deslumbramientos molestos y perturbadores deben ser reducidos al mínimo
- El brillo reflejado especular debe permitir una diferencia de contraste
- Un cambio de luminancia del pavimento cambiara los contrastes

- La uniformidad de luminancia del pavimento y otras áreas del entorno y la uniformidad de luminancia horizontal y vertical.

3.- En algunos casos, los cambios encaminados a optimizar un factor relacionado a la calidad, pueden afectar adversamente a otros factores y en consecuencia la calidad total de la resultante de la instalación puede verse disminuida. Con el objeto de lograr un apropiado balance entre estos factores, esta norma proporciona recomendaciones y definiciones que cubren los siguientes aspectos.

- a).- Distribución de luz del luminario en relación a su distribución vertical, lateral y al control vertical.
 - b).- Altura de montaje como una función de la máxima potencia en candelas.
 - c).- Luminancia mínima en cualquier punto de la vialidad relacionada a los valores promedio, así como a la relación de máxima a mínima.
 - d).- Localización de los luminarios en relación a los elementos de la vialidad.
- 4).- En un sistema de iluminación debe considerarse el consumo de energía del sistema luminaire lámpara - balastro.

ARTÍCULO 902. DEFINICIONES

Acomodación.

Proceso por el cual el ojo humano modifica espontáneamente la distancia focal para asegurar una clara imagen de los objetos a diferentes distancias.

Adaptación.

Proceso por el cual el ojo humano es capaz de procesar información dentro de un amplio rango de niveles de luminancia.

Coeeficiente de luminancia (q)

Es la relación entre la luminancia en un punto determinado y la iluminancia horizontal en el mismo punto.

$$q = \frac{L}{E}$$

Confort visual.

Se refiere al grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso

Curva de distribución de intensidad. (Denominada comúnmente isocandela)

Curva fotométrica, generalmente en coordenadas polares, que representa la intensidad luminosa, en un plano que pasa por el eje de la fuente, en función del ángulo formado por el vector de la intensidad con una dirección dada.

Curva isotux (curva iso-iluminación)

Lugar geométrico de los puntos de una superficie que tienen igual iluminancia.

Deslumbramiento.

Es la condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Deslumbramiento cegador.

Deslumbramiento tan intenso que no puede verse ningún objeto durante un tiempo apreciable

Deslumbramiento directo.

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi misma dirección que el objeto a percibir

Deslumbramiento incómodo.

Deslumbramiento que produce una sensación desagradable sin empeorar la visión de los objetos

Deslumbramiento indirecto.

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi en la misma dirección que el objeto a percibir.

Deslumbramiento perturbador.

Deslumbramiento que empeora la visión sin causar necesariamente una sensación desagradable.

Deslumbramiento por reflexión.

Deslumbramiento producido por la reflexión especular de la luz de una fuente, particularmente cuando la superficie donde se refleja es aquella que se observa, o esta situada en sus inmediaciones.

Eficacia luminosa de una fuente (η).

Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en Lumens por watt (Lm/w), SIMBOLO: η .

Factor de balastro

Es la razón de Watts de lámpara medidos sobre Watts de lámpara-luminario

Factor de mantenimiento o conservación.

Es la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de que una instalación de alumbrado ha estado en uso durante un periodo específico y la iluminancia media de una instalación nueva en las mismas condiciones

Factor de uniformidad global de luminancia (U_0) es igual al cociente de la luminancia mínima de un determinado ramo de la vialidad a la luminancia media de la misma.

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_{\text{med}}}$$

Factor de uniformidad longitudinal (U_L) es igual al cociente de la luminancia mínima a la máxima a lo largo de una línea paralela al eje de la vialidad pasando por la posición del observador

$$U_L = \frac{L_{\min}}{L_{\max}}$$

Factor de utilización (para una superficie dada).

Es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie dada y el flujo emitido por las lámparas

Flujo luminoso (ϕ)

Es la cantidad de flujo de energía luminosa por unidad de tiempo, expresada en Lumens (Lm).

Flujo luminoso inicial de una lámpara.

Es el flujo luminoso que emite una lámpara después de transcurridas las horas de envejecimiento especificadas según el tipo. Se expresa en lumens (lm)

Illuminancia o iluminación. (E)

Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área de la misma, expresada en Lux (Lumen/metro cuadrado).

$$E_m = \frac{\phi}{A}$$

Índice de rendimiento de color

Es la medición del grado del cambio de color de los objetos cuando son iluminados por una fuente luminosa respecto al color de aquellos mismos objetos cuando son iluminados por una fuente de referencia de temperatura de color comparable.

Intensidad luminosa en un punto de una superficie y en una dirección (I) -

Es la densidad de flujo luminoso en una dirección. Indica la habilidad de una fuente de luz para producir iluminación en una dirección, expresada en candelas (cd).

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega}$$

Luz

Es la energía radiante que es capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

La porción visible del espectro electromagnético está comprendido entre 380 y 770 nm

Luminancia en un punto de una superficie y en una dirección (L) -

Es la relación de la intensidad luminosa en la dirección dada, de un elemento infinitesimal de superficie que contiene al punto considerado y el área del elemento proyectado ortogonalmente sobre un plano perpendicular a la dirección considerada, expresada en candelas por metro cuadrado

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha}$$

Luminario para alumbrado público.

Dispositivo que distribuye, filtra o controla la radiación luminosa emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentación

Potencia de un ensamble (lámpara y accesorios)

Es la potencia total en relación a la tensión nominal, que consumen la lámpara y sus accesorios en funcionamiento normal (Deben de considerarse las pérdidas propias de los balastos), expresada en watts (w)

Potencia de una lámpara.

Es la potencia que consume la lámpara a la tensión nominal especificada por el fabricante, expresada en watts (W)

Proyector

Luminario que concentra la luz en un ángulo sólido determinado, por medio de un sistema óptico (espejos o lentes) para conseguir una intensidad luminosa elevada

Reflexión

Es la emisión o transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas.

Rendimiento normalizado de un luminario

Llamado también factor de eficiencia o rendimiento óptico de un luminario. Es la relación entre el flujo emitido por el luminario, medido bajo condiciones específicas y la suma de los flujos individuales de las lámparas colocadas en el mismo.

Temperatura de color

Es el término que se utiliza para describir el color aparente de una fuente luminosa, y se expresa en grados Kelvin (K).

Tensión nominal de una lámpara

Es la tensión que debe aplicarse a la lámpara para que sus características de funcionamiento sean las que especifica el fabricante, se expresa en volts (v).

Uniformidad de iluminancia. Es la razón entre el valor del nivel de iluminancia promedio y el nivel mínimo de iluminancia en un tramo de la vialidad.

$$E_u = \frac{E_{pro}}{E_{min}}$$

Vida nominal promedio de una lámpara.

Es el número de horas transcurridas de un número determinado de lámparas en condiciones de laboratorio, desde su instalación hasta que el 50% de las mismas quedan fuera de operación. Las lámparas que muestren una marcada reducción en la producción luminosa, pueden considerarse como lámparas falladas.

Vida útil de una lámpara

Es el número de horas durante las cuales las lámparas funcionando a su tensión nominal, conservan por término medio un flujo luminoso igual o superior a un porcentaje determinado del flujo luminoso inicial.

ARTICULO 903 NIVELES DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA**903-1 Deslumbramiento (brillo).**

El deslumbramiento se produce cuando dentro del campo visual existen fuentes luminosas molestas que provocan una perturbación de las condiciones de visión que se traducen en molestia o en una reducción de la aptitud para distinguir los objetos.

El deslumbramiento depende de la luminancia del luminario, de sus dimensiones, de la posición dentro del campo visual y de la relación entre su luminancia y la luminancia del entorno. Así mismo, del aumento de la potencia de la lámpara y de la desviación angular entre la dirección de la visión y el luminario.

El deslumbramiento (brillo) se divide principalmente en dos componentes.

- Deslumbramiento perturbador.
- Deslumbramiento incómodo o molesto.

Deslumbramiento perturbador

El deslumbramiento perturbador es motivado por la luz de las fuentes que aparecen en dirección de la retina ocasionando que un velo brillante se sobreponga a la imagen nítida, provocando pérdida en el rendimiento visual.

Debido a que el deslumbramiento perturbador no puede eliminarse completamente, se recomienda que la suma de las luminancias L_v de todos los luminarios del sistema de iluminación cuando son vistos desde la posición del observador, no excedan los valores indicados en la Sección 904-6.

La luminancia equivalente de velo y el estado de adaptación del ojo, que para el alumbrado de vialidades está determinado principalmente por la luminancia media de la calzada L_{prom} , juegan un papel combinado en el rendimiento visual deficiente provocado por el deslumbramiento.

Deslumbramiento molesto

El deslumbramiento molesto no reduce la habilidad para ver un objeto, pero produce una sensación de incomodidad ocular.

El deslumbramiento molesto al igual que el deslumbramiento perturbador están relacionados al flujo luminoso producido, tamaño de la fuente, ángulo de desplazamiento de la fuente, luminancia en el ojo, nivel de adaptación, luminancia del entorno, tiempo de exposición y movimiento. Todos estos factores afectan en forma diferente y únicamente la luminancia en el ojo y el ángulo de incidencia del flujo son comunes en ambos casos.

Uniformidad de luminancia e iluminancia de la vialidad.

Los valores de luminancia e iluminancia deben cumplir con lo especificado en las tablas 904 B.a, y B.b, Sección 904-6.

Los factores que se deben considerar con respecto a la relación del espaciamiento y altura de montaje que influyen en la relación de uniformidad son: la potencia y tipo de lámpara y su posición con respecto al reflector, la posición transversal del luminario, la altura de montaje y el ángulo de inclinación del luminario.

Contraste

El contraste, es una de las características sobre la cual depende el comportamiento visual

El contraste se puede definir simplemente como la diferencia de brillantez de un objeto (mas o menos brillante) en comparación con el entorno sobre el cual se está observando.

Reflectancia del pavimento

Para el calculo de la luminancia de la superficie de una vialidad es indispensable conocer acerca de sus características reflectivas

Para el proposito de esta norma, las características de reflectancia del pavimento se indican las establecidas en la tabla 903.1.

TABLA 903.1
Clasificación de las superficies de la vialidad

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R1	0.10	Superficie de concreto cemento portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales	casí difuso
R2	0.07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava. (Tamaño mayor de 10mm.) Superficie de asfalto con 10 a 15% abrillantador artificial en la mezcla agregada.	Mezclado (difuso y especular)
R3	0.07	Superficie de asfalto (regular y recubrimiento sellado) con agregados oscuros (roca, roca volcánica); textura rugosa después de algunos meses de uso. (Típico de autopistas).	Ligeramente especular
R4	0.08	Superficie de asfalto con textura muy tersa	Muy especular

Nota: Qo. Representa el coeficiente de luminancia media.

ARTICULO 904. SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.**904-1. Clasificación de vialidades.****Generalidades.**

El nivel de iluminancia o luminancia requerido en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación de la misma, en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada

Al proyectar una zona debe definirse:

- Las zonas o calles en las que los niveles serán máximos
- Las zonas o calles en las que los niveles serán mínimos
- Las categorías intermedias.

Clasificación de vías públicas (según su uso)

La vía pública se integra de un conjunto de elementos cuya función es permitir el tránsito de vehículos, ciclistas y peatones, así como facilitar la comunicación entre las diferentes áreas o zonas de actividad. Las vías públicas se clasifican en:

I.- Autopista.- Vialidad con control total de acceso sin cruces a nivel independientemente si se paga o no peaje.

II.- Carretera - Vialidad que interconecta dos poblaciones, con cruces a nivel, independientemente si se paga o no peaje

III.- Vías primarias. Corresponden a la parte del sistema vial que sirve como red principal del flujo de tráfico. Estas vialidades conectan áreas de generación de tráfico y accesos carreteros

a).- Vías de acceso controlado

1) anular o periférica

2) radial

3) viaducto

b) - Vías principales

- 1) eje vial
- 2) avenida
- 3) paseo
- 4) calzada
- 5) boulevard

IV.- Vías secundarias - Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales industriales y casas de campo. Caminos locales de gran longitud generalmente divididos en cortas secciones por el sistema de vías de tráfico intenso.

- a) Calle colectora
- b) calle local
 - 1) residencial
 - 2) industrial
- c) callejón
- d) callejuela
- e) rinconada
- f) cerrada
- g) privada
- h) terracería
- i) calle peatonal
- j) pasaje
- k) andador

V.- Ciclopistas.- Cualquier camino, calle o trayectoria, la cual específicamente es designada para viajar en bicicleta o compartida con otro medio de transporte.

VI.- Áreas de transferencia.- Son las áreas públicas donde confluyen diferentes tipos de vialidades, tales como

- a) Estacionamiento y lugares de resguardo para bicicletas
- b) Terminales urbanas, suburbanas y foráneas. Sistemas de transporte colectivo
- c) Paraderos
- d) Otras estaciones

Clasificación de áreas. (Considerando el uso del terreno)

I).- Comercial.- Área de negocios de una población o ciudad donde generalmente existe una gran cantidad de peatones durante las horas de la noche.

II).- Intermedia - Estas áreas se caracterizan por un tráfico de peatones moderado durante las horas de la noche.

III).- Residencial.- Un desarrollo residencial o una mezcla de residencias y pequeños establecimientos comerciales

IV).- Uso específico.- Tales como área de oficinas, clubes deportivos o parques industriales.

904-2. Clasificación de materiales

En la configuración de todo sistema de alumbrado intervienen diferentes materiales, mismos que para su consideración se agrupan conforme a los siguientes elementos:

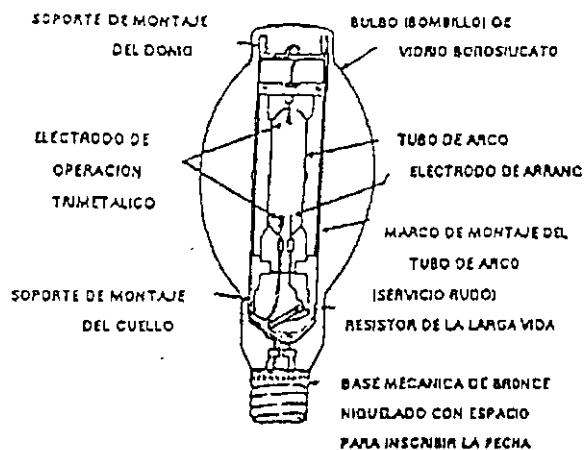
- Materiales lumínicos
- Materiales eléctricos
- Materiales mecánicos y constructivos

Los materiales utilizados en los sistemas de alumbrado público deben contar con las características necesarias que les permitan garantizar una operación segura y confiable.

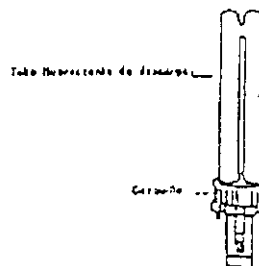
904-3. Materiales lumínicos

Clasificación de lámparas (ejemplos de los principales tipos en Figura 904.3)

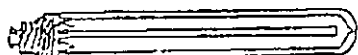
- Incandescentes
- Fluorescentes
- Luz mixta
- Vapor de mercurio
- Aditivos metálicos
- Vapor de sodio de alta presión
- Vapor de sodio de baja presión



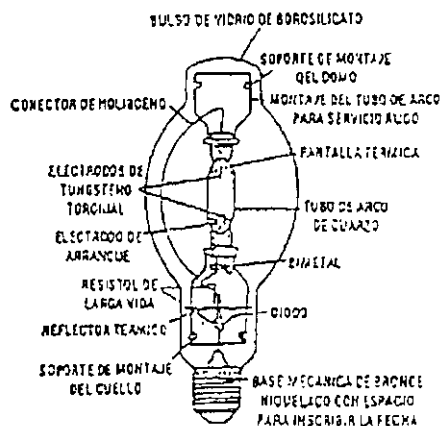
VAPOR DE MERCURIO



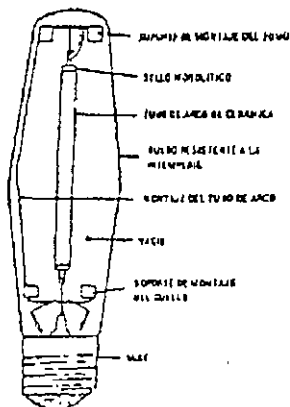
FLUORESCENTES COMPACTAS



VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESION.



ADITIVOS METALICOS



VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

Fig.904.3 Diferentes tipos de lámparas

Lámparas incandescentes.

El uso y aplicación de las lámparas incandescentes no es recomendable debido a su alto consumo de energía, pero se permite en los siguientes casos:

- 1 - Iluminación de ornato. (Fuentes, murales decorativos para efectos festivos, etc.)
- 2 - Iluminación para casos y/o efectos especiales, tales como: anuncios públicos de eventos especiales, alumbrado provisional para efectos de seguridad y/o señalización.
- 3 - Semáforos y señalización.
- 4 - Alumbrado de emergencia en túneles y pasos a desnivel vehiculares o peatonales que requieren de iluminación, locales donde existe la posibilidad de grandes concentraciones de personas y/o lugares bajo techo donde no debe permitirse en caso de fallas de suministro de energía eléctrica quedar sin luz en ningún momento.

Lámparas fluorescentes

El uso y aplicación de las lámparas fluorescentes es limitado en el alumbrado de vialidades. En algunos casos se permite para iluminación de túneles o pasos vehiculares a desnivel, alumbrado de seguridad o bien para iluminación de equipo de señalización.

Lámparas de luz mixta

Las lámparas de luz mixta se pueden usar en condiciones similares a las lámparas incandescentes.

Lámparas de vapor de mercurio

Las lámparas de vapor de mercurio se pueden usar en forma restringida en áreas jardinas.

Lámparas de aditivos metálicos

La lámpara de aditivos metálicos se recomienda en aquellas instalaciones donde se requiere hacer juicio de colores como son:

Estacionamientos, fachadas, carteleras, monumentos, áreas deportivas, etc.

Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

La principal aplicación de las lámparas de vapor de sodio de alta presión es en el alumbrado público.

Lámparas de vapor de sodio de baja presión.

Se permite cuando la percepción de contrastes es primordial, y no es importante la reproducción correcta de los colores, como por ejemplo en autopistas, puentes y zonas de clasificación en ferrocarriles.

El uso y aplicación se determinan en función del rendimiento lumínico, vida útil, rendimiento de color y/o cromaticidad, resistencia a las variaciones de tensión, costo de las mismas y consumo de energía.

Luminarios.

El luminario es un dispositivo que distribuye, filtra o transforma la radiación luminosa emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los elementos necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentación. En la figura 904.3a se muestra un luminario típico y sus componentes.

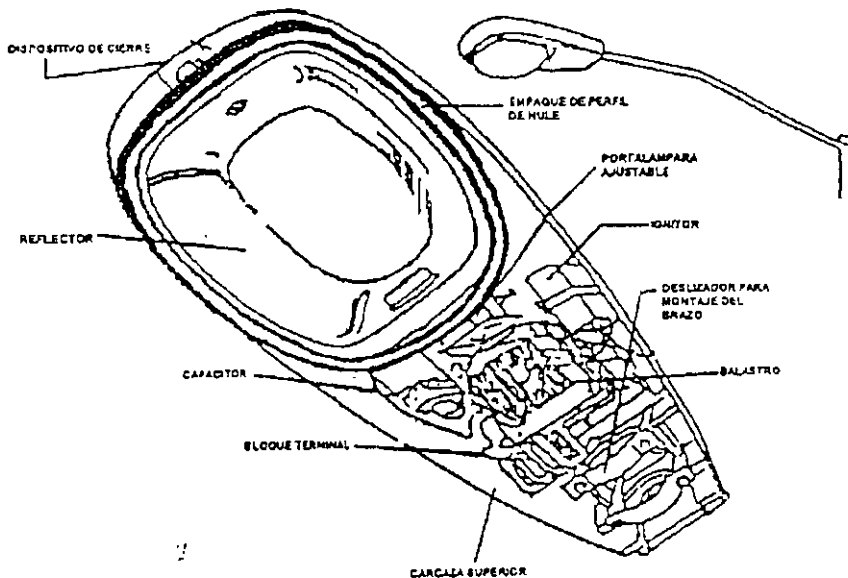


Fig. 904.3a Componentes de un luminario típico

Clasificación de luminarios.

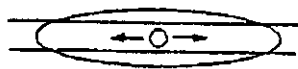
La clasificación de la distribución de luz debe hacerse en base a las curvas isocandelas, como se indica en las figuras 904.3ab y 904.3ac.

Los luminarios se clasifican de acuerdo a su distribución en: vertical, lateral y por su control vertical de distribución de luz.

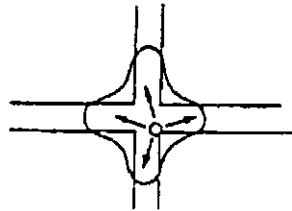
a) - Distribución de iluminación vertical.

1).- Distribución corta - Un luminario se clasifica como de distribución corta, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 1.0 y 2.25 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

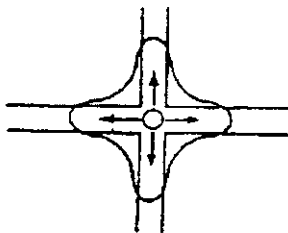
2).- Distribución media.- Un luminario se clasifica como de distribución media, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 2.25 y 3.75 veces la distancia transversal entre la altura de montaje



(A) TIPO I



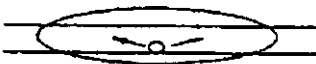
(C) TIPO II-4-VIAS



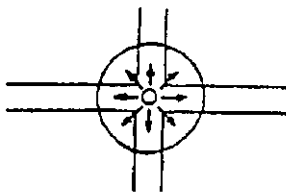
(B) TIPO I-4-VIAS.



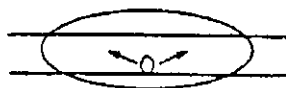
(E) TIPO III



(D) TIPO II



(G) TIPO V



(F) TIPO IV

Figura 904.3ab Clasificación de la distribución de luz

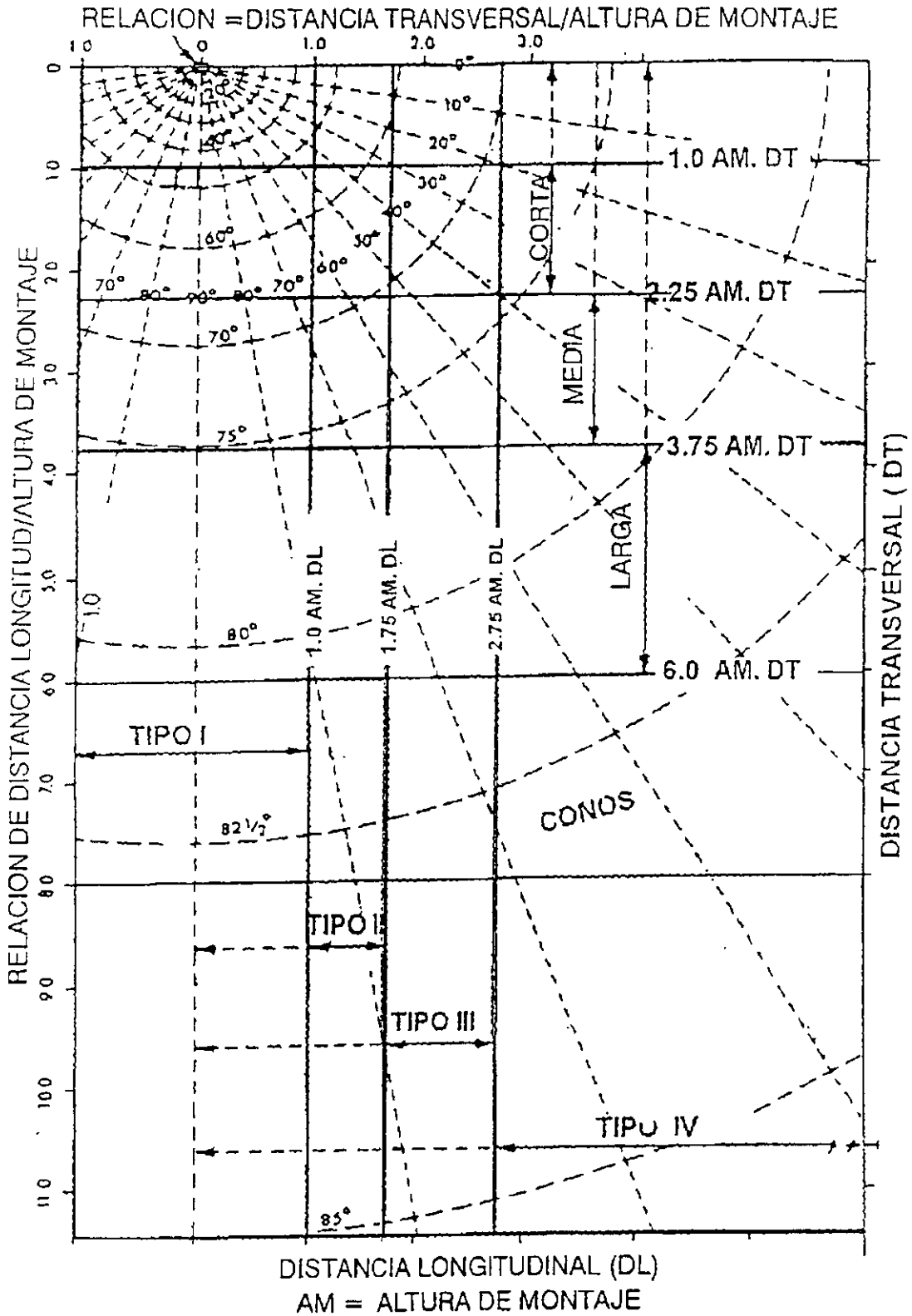


Fig. 904.3ac Curvas de Isocandelas

3) - Distribución larga.- Un luminario se clasifica como de distribución larga, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 3.75 y 6.0 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

b).- Distribución de iluminación lateral.

La clasificación de los luminarios en cuanto a su distribución lateral, se determina de acuerdo a la localización de la mitad de la línea de máxima candela en el diagrama isocandela y su posición relativa a la línea especificada longitudinal a la calle (Irl). Esta clasificación no se aplica para el tipo de curva v

- Tipo I.- La mitad de la línea de máxima candela entre el área de ambos lados de la línea de referencia (Irl= 0 AM) y permanece entre el área con relación a Irl = 1.0 AM. En ambos lados de la casa y de calle en la zona transversal de máxima candela.

- Tipo II - La mitad de la línea de máxima candela no cruza la línea Irl = 1.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.

- Tipo III.- La mitad de la línea de máxima candela en el área comprendida de Irl = 1.75 AM a Irl = 2.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.

- Tipo IV - La mitad de la línea transversal cruza a Irl = 2.75 AM en la zona transversal de máxima candela.

- Tipo V.- Cuando tiene la forma de un círculo simétrico de la distribución de candela y es esencialmente igual en todos los ángulos laterales.

Dentro de la clasificación de los luminarios del tipo I y II, existen variaciones cuando se produce distribución de luz en cuatro direcciones.

Nota: AM - altura de montaje

c).- Control vertical de distribución de luz.

La clasificación se basa principalmente en el control vertical y se encuentra tabulada a continuación

Tabla 904.1 Definición de los tipos de distribución de intensidad luminosa para el alumbrado de vías públicas.

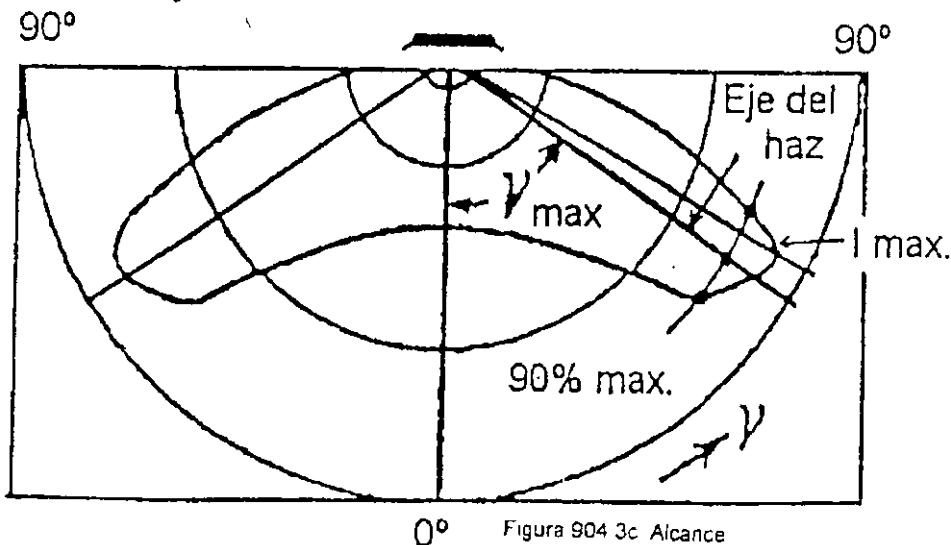
	Máximo valor permitido de la intensidad emitida a un ángulo de elevación de		Dirección de intensidad max. inferior a
	80°	90°	
Haz cortado	30 cd 1000 lm	10 cd 1000 lm *	65°
Haz semi cortado	100 cd 1000 lm	50 cd 1000 lm *	75°
Haz no cortado	cualquiera		

* hasta un valor máximo de 1000 cd.

Recientemente se ha establecido una nueva clasificación que considera los parametros siguientes:

- Alcance

Está definido por el ángulo de elevación (medido desde el nadir hacia arriba) del centro del haz max. Es el ángulo medio entre los dos ángulos de elevación del 90% de Imax. Del plano que pasa al máximo, como se muestra en la figura 904.3c.



Curva polar de intensidad en el plano de intensidad luminosa máxima, con indicación del ángulo γ_{\max} .
Para determinar el alcance del luminario.

Se definen tres grados de alcance, que son:

$\gamma_{\max} < 60^\circ$: ALCANCE CORTO

$60^\circ \leq \gamma_{\max} \leq 70^\circ$: ALCANCE MEDIO

$\gamma_{\max} > 70^\circ$: ALCANCE LARGO

(D1)

-Dispersión.

Esta definida por la posición de la línea que, siendo paralela al eje de la vialidad, es tangente al contorno de la curva 90% de I_{\max} . En la vialidad de las dos líneas que aparecen normalmente, la más alejada del luminario es la que se considera. La posición de esta línea se representa por el ángulo como se indica en la figura 904.3 d.

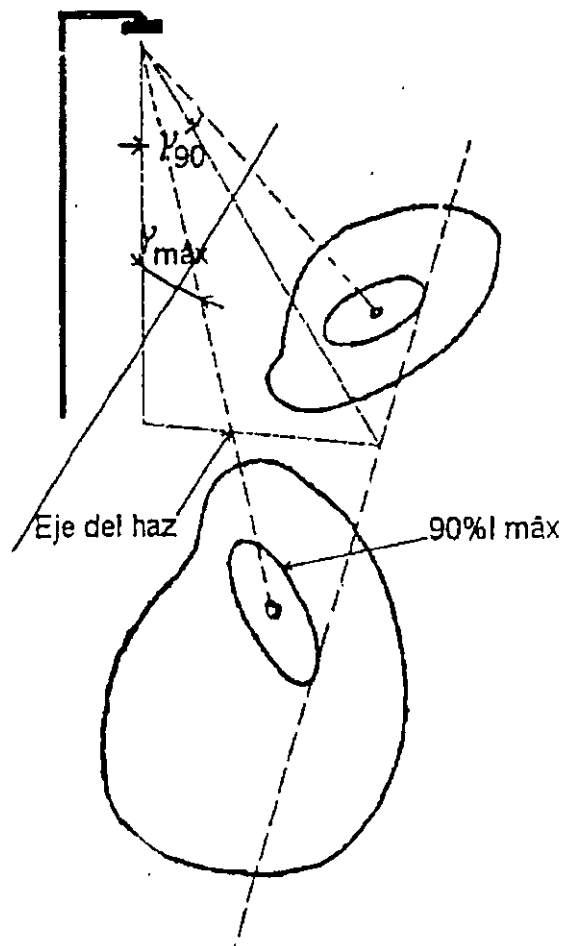


Figura 904.3d Dispersión

Diagrama isocandela relativo proyectado en la vialidad que incluye una indicación del ángulo γ_{90} para determinación de la dispersión.

Los tres grados de dispersión se definen de la siguiente manera.

$\gamma_{90} < 45^\circ$ DISPERSION ESTRECHA

$45^\circ \leq \gamma_{90} \leq 55^\circ$ DISPERSION MEDIA

$\gamma_{90} > 55^\circ$ DISPERSION ANCHA

Tanto el alcance como la dispersión de un luminario pueden determinarse fácilmente a partir del diagrama de intensidad del luminario en proyección azimutal. Este método se muestra en la figura 904.3e.

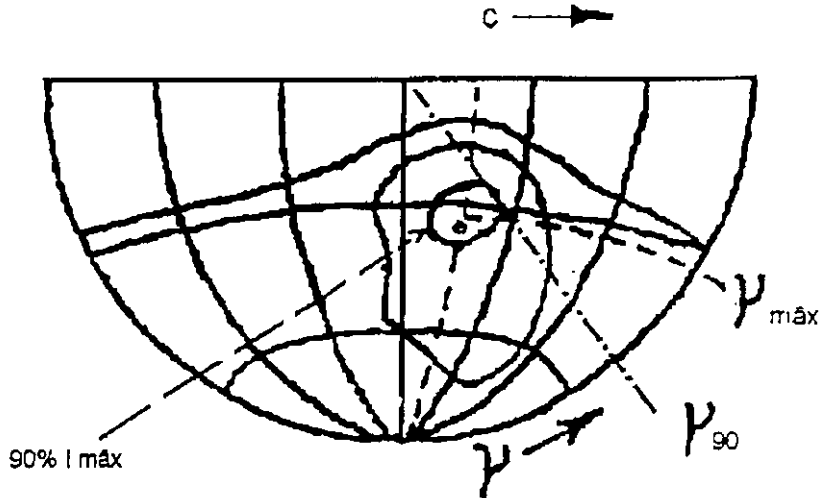


Figura 904.3e Diagrama de intensidad de luminario en proyección azimutal

Diagrama isocandela relativo en proyección azimutal (sinusoidal), con indicación de los ángulos $\gamma_{m\acute{a}x}$ y γ_{90} para la determinación y la dispersión.

Control.

Está definido por el índice específico del luminario. Denominado SLI El índice específico del luminario es parte del índice de deslumbramiento, que está determinado únicamente por las propiedades del luminario.

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log I_{80} + 1.3 \log (I_{80}/I_{0.5}) - 0.08 \log I_{80}/I_{88} + 1.29 \log F + C$$

Siendo:

I_{80} : La intensidad luminosa para un ángulo de elevación de 80, en un plano paralelo al eje de la vialidad (cd)

I_{80}/I_{88} : Razón entre las intensidades luminosas para 80 y 88 (razón de retroceso).

F: Superficie aparente del área del luminario, visto bajo un ángulo de 76 (en m^2).

C: Factor cromático, dependiendo del tipo de lámpara.

- Sodio baja presión + 0.4
- Otros tipos 0

También para el control se definen tres grados:

- $sli < 2$ control limitado
- $2 \leq sli \leq 4$ control moderado
- $sli > 4$ control intenso

Las definiciones anteriores se resumen en la Tabla 904.2

Tabla 904.2 Sistema de clasificación para las propiedades fotométricas de los luminarios

Alcance		Dispersión		Control	
corto	$\gamma < 60^\circ$	estrecha	$\gamma_{90} < 45^\circ$	limitado	$sli < 2$
intermedio	$60^\circ \leq \gamma \leq 70^\circ$	media	$45^\circ \leq \gamma_{90} \leq 55^\circ$	moderado	$2 \leq sli \leq 4$
largo	$\gamma > 70^\circ$	ancha	$\gamma_{90} > 55^\circ$	intenso	$sli > 4$

Cualquier tipo de luminario debe satisfacer los objetivos siguientes:

1- Distribuir el flujo luminoso emitido por la lámpara de tal forma que se obtenga la distribución deseada, asegurando que las lámparas mantengan las características de flujo, duración, intensidad y tensión cercanas a las características nominales.

2- Controlar el flujo luminoso para evitar toda molestia visual a los usuarios y con esto obtener el máximo confort visual.

3.- Tener las características eléctricas y mecánicas de acuerdo a su propio uso, en particular las que permitan la seguridad de las personas tanto usuarios como de mantenimiento.

4.- Proteger y mantener en condiciones óptimas las lámparas, dispositivos ópticos y eléctricos contra la acción de la intemperie o de agentes del medio ambiente para evitar perjudicar su eficiencia luminosa

Los luminarios para iluminación exterior, deben de cumplir con las normas técnicas que regulan las características mecánicas y eléctricas de los elementos que la constituyen. Para tal efecto se deben efectuar pruebas de los diferentes parámetros en laboratorios acreditados

Elementos determinantes para la selección del luminario.

Para la selección de luminarios se deben definir y/o satisfacer las siguientes condiciones

a).- Técnicas:

1.- Necesidad o no de usar un luminario cerrado.

b).- Ópticas.

1.- Tipo y potencia de la lámpara.

2.- Distribución del flujo luminoso.

3.- Factor de utilización.

4.- Clase y comportamiento de los dispositivos ópticos

5.- Mantenimiento de las características ópticas.

c).- Eléctricas y térmicas

1.- Temperaturas de operación del balastro y lámpara.

2.- Calidad y seguridad de los contactos

3.- Calidad del balastro y lámpara.

El flujo luminoso de las lámparas es la base del sistema de iluminación, establecido en esta Norma, las condiciones para el balastro (92.5% bf) se determinan en la siguiente tabla:

Potencia nominal típica	Flujo nominal	Eficacia nominal
70	6300	83.25
100	9500	87.88
150	16000	98.67
200	22000	101.75
250	28000	103.60
400	50000	125.00
1000	140000	140.00

Los valores del flujo nominal se refieren únicamente a las lámparas de acabado claro.

4.- Materiales aislantes y conductores eléctricos que soporten altas temperaturas.

d).- Mecánicas.

1.- Dimensiones del luminario.

2.- Calidad y tipo de materiales de construcción.

3.- Rigidez y robustez del cuerpo del luminario.

4.- Elementos de fijación.

5.- Simplicidad y seguridad de los elementos del porta-lámpara (diferentes posiciones).

6.- Protección de la lámpara y accesorios.

7.- Resistencia a la corrosión y vibraciones.

e).- Operativas.

1.- Fácil reemplazo de la lámpara y balastro.

2.- Facilidad de limpieza y mantenimiento

Los luminarios y sus componentes deben de cumplir con las normas de calidad que se especifican en las normas de producto correspondientes y pruebas de calidad de laboratorio.

Los luminarios deben cumplir como mínimo con los coeficientes de utilización lado calle de acuerdo a los valores siguientes:

Tipo	Relación de distancia transversal a altura montaje	Curvas	
		I	III
Haz cortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz semicortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz no cortado	1	0.30	0.29
	2	0.40	0.38

El balastro debe cumplir con la Norma Mexicana vigente, de alto factor de potencia y bajas pérdidas de acuerdo a los valores que siguen.

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (w) balastro-lámpara	Pérdidas máximas (W)	% de pérdidas máximas
70	90	20	28.5
100	125	25	25
150	174	24	16
200	236	36	16
250	290	40	16
310	359.6	49.6	16
400	464	64	16

Los porcentajes se relacionan a la potencia nominal de la lámpara.

904-4. Materiales eléctricos.

Balastos

El balastro es un dispositivo que por medio de inductancias, capacitancias o resistencias, solas o en combinación, limita la corriente de la lámpara al valor requerido para su operación correcta y proporciona la tensión y corriente de arranque.

Todas las lámparas de descarga de alta intensidad requieren de balastro.

Clasificación de balastos

Balastos en atraso.

a).- Balastro tipo serie.- En éste, la corriente va atrasada respecto a la tensión.

- Se utiliza para lámparas cuya tensión de encendido es menor que la tensión de línea.
- Normalmente es de bajo factor de potencia y si se requiere un alto factor, se agrega un capacitor en paralelo con la línea.
- La corriente de encendido es mayor que la corriente nominal de operación, por lo que debe tomarse esto en cuenta para el cálculo de las protecciones del circuito.
- La tensión de extinción es alta provocando que se apague la lámpara si existen fuertes variaciones en la tensión de línea
- Regulación. (Para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos) con una variación de $\pm 5\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 12\%$ de variación de potencia (w) de lámpara

b).- Autotransformador alta reactancia.- Es un autotransformador que utiliza un acoplamiento magnético entre la bobina primaria y secundaria para controlar la reactancia. Este circuito tiene características de operación similares a las de un balastro tipo reactor pero por medio de un autotransformador eleva o disminuye a la tensión necesaria para operar una lámpara de descarga de alta intensidad.

c).- Autotransformador autoregulado.- (Autotransformador de potencia constante).

Es un circuito que debe ser de alto factor de potencia y cuenta con un capacitor en serie con la lámpara que nos proporciona una mejor regulación que los circuitos tipo Reactor y Alta Reactancia.

- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos): con una variación de $\pm 10\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 5\%$ de potencia (W) de lámpara.
- Su corriente de encendido o arranque es menor que la corriente nominal de operación.
- Su tensión de extinción es menor que en los circuitos en atraso.

d).- Transformadores de potencia constante.- En este tipo de balastro no existe conexión eléctrica entre el primario y el secundario.

- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos): con una variación de $\pm 13\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 2\%$ de variación de potencia (watts) de lámpara.
- Su principal característica es que no existe conexión entre el primario y el secundario.
- La ventaja que se deriva de esta condición es la seguridad del usuario.

La corriente de línea durante el encendido es menor que la corriente nominal de operación. La tensión de extinción es tan baja que prácticamente no existen problemas de lámparas apagadas por variaciones severas de la tensión de línea.

Balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión.

La lámpara de vapor de sodio de alta presión debido a su construcción, el balastro requiere de un circuito auxiliar que genera pulsos de arranque de aproximadamente 2500 a 4000 V pico. Con el único objetivo de encender la lámpara. Este dispositivo denominado ignitor está constituido de elementos semiconductores y está conectado al circuito.

En el caso específico de balastos para lámpara de vapor de sodio de alta presión, la regulación no se especifica por un simple porcentaje debido a que la tensión en el tubo de descarga se incrementa durante la operación de la lámpara, por lo tanto para mantener la potencia de la lámpara dentro de sus límites de

operación a una tensión nominal es necesario que el balastro compense dicho aumento en la tensión de operación de la lámpara.

Consecuentemente existen límites que restringen la operación de la lámpara y del balastro en este tipo de sistemas, dichos límites reciben el nombre de trapecoide.

Los circuitos utilizados en los balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión son los siguientes:

- Circuito en atraso
- Circuito en adelanto - regulado.
- Circuito en atraso - regulado
- Circuito Híbrido
- Circuito Electrónico

Los balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión, independientemente del circuito que utilicen, deben de cumplir con un factor de balastro mínimo de 92.5% además de mantener las curvas características del balastro dentro del trapecoide y deberán de tener unas pérdidas máximas de 16% para potencias mayores de 100 watts y 25% para potencias menores de 100 watts.

Dispositivos de control

Fotocontroles.

Dispositivos eléctricos diseñados para abrir o cerrar automáticamente un circuito eléctrico, con el propósito de encender una o varias lámparas al disminuir la intensidad de la luz del día y apagarlas al amanecer.

Aplicación

A).- Para control de una sola lámpara

B).- Para control de varias lámparas cuando estas se encuentran en un mismo circuito

C).- Para el control de circuitos de alumbrado a través de un conjunto relevador-contacto

En los dos primeros casos, se debe asegurar que la capacidad de las lámparas no excedan la capacidad permisible para la interrupción de la corriente máxima permitida por el elemento interruptor del fotocontrol.

Controles Temporizados

Para el caso de ciertas instalaciones tales como parques, estacionamientos, anuncios luminosos, etc., se deben emplear controles programables en el sitio para encender y apagar a determinadas horas con recuperador automático en caso de falla en la alimentación eléctrica y considerar para su correcta operación la orientación, tensión de diseño y mantenimiento adecuado.

Las combinaciones de alumbrado se utilizan para el control de circuitos múltiples con dos o más luminarios por circuito.

904-5. Materiales mecánicos y constructivos.

Soportes

Los luminarios para alumbrado público se instalan sobre soportes, por medio de ménsulas o arbotantes (postes) de lámina de acero, aluminio u otros materiales en forma circular, octagonal, cuadrado, recto o de concreto.

Un arbotante para alumbrado público debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Resistir los esfuerzos debido al viento y a los choques normales
- Resistir los efectos de la intemperie y la corrosión.
- Ofrecer un alojamiento y fácil acceso a los dispositivos auxiliares que deben instalarse.
- Requerir el mínimo de acciones de mantenimiento.
- Que armonice con el entorno urbano

904-6. Consideraciones para el diseño de alumbrado público

904-6.1. Introducción

Los sistemas de iluminación para alumbrado público, deben de cumplir con las necesidades visuales de tráfico nocturno, ya sea vehicular o peatonal, tomando en consideración la clasificación de la vialidad según su uso.

Las necesidades visuales del entorno a lo largo de la vialidad se describen en términos de la luminancia de pavimento, uniformidad de luminancia y el deslumbramiento producido por la fuente de luz. Así en la tabla 904.6a se indican los valores de luminancia recomendados para el diseño, así como, la uniformidad y la relación entre la luminancia promedio (L_{pro}) y la luminancia indirecta (L_v).

Las necesidades visuales a lo largo de la vialidad pueden también satisfacerse utilizando el criterio de iluminancia. En la tabla 904.6 parte(b) Se indican los valores de iluminancia recomendados para el diseño, considerando las diferentes características de reflectancia del pavimento.

TABLA 904.6. VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA PARA ILUMINACION DE VIALIDADES.

(a) VALORES MANTENIDOS DE LUMINANCIA

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES		PROMEDIO DE LUMINANCIA	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		RELACION DE DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR
		L(pro) (cd/m ²)	Lpro a Lmin	Lmax a Lmin	(MAXIMO) Lv a Lpro
AUTOPISTAS Y CARRETERAS		0.4	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA		1.0	3 a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.8	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	RESIDENCIAL	0.6	3.5 a 1	6 a 1	
VIAS PRINCIPALES		0.8	3 a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.6	3.5 a 1	6 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.4	4 a 1	8 a 1	
VIAS SECUNDARIAS		0.6	6 a 1	10 a 1	
	INTERMEDIA	0.5	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.3	6 a 1	10 a 1	

(b) VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA (Epro) EN LUX.

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES		CLASIFICACION DEL PAVIMENTO			UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
		R1	R2 Y R3	R4	(Epro a E min)
AUTOPISTAS Y CARRETERAS					
		4	6	5	3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA		10	14	13	
	INTERMEDIA	8	12	10	3 a 1
	RESIDENCIAL	6	9	8	
VIAS PRINCIPALES		8	12	10	
	INTERMEDIA	6	9	8	4 a 1
	RESIDENCIAL	4	6	5	
VIAS SECUNDARIAS		6	9	8	
	INTERMEDIA	5	7	6	6 a 1
	RESIDENCIAL	3	4	4	

Notas:

Lv = luminancia indirecta.

1.- La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de las condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

2.- Para autopistas con doble cuerpo (doble vialidad) donde el sistema de iluminación puede diferir de uno a otro, los cálculos deben realizarse para cada vialidad en forma independiente.

3.- Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto para la vialidad principal como para las rampas de acceso

4.- Las tablas anteriores no se aplican a sistemas de iluminación en base a superpostes. Alturas de montaje mayores a 20 m.

En el caso de diseño de iluminación utilizando superpostes para aceras y ciclopiistas, los niveles de iluminancia mínimos se indican en las tablas siguientes:

TABLA 904.6.1 NIVELES DE DISEÑO MÍNIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA PARA INSTALACIONES CON SUPERPOSTES.

CLASIFICACION DE VIALIDADES	ILUMINANCIA HORIZONTAL (Epro) EN LUX		
	AREA COMERCIAL	AREA INTERMEDIA	AREA RESIDENCIAL
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	6	6	6
VIAS DE ACCESO CONTROLADO	10	8	6
VIAS PRINCIPALES	12	9	6
VIAS SECUNDARIAS	8	6	6

Nota 1: Uniformidad mínima de iluminación 3:1 (promedio a mínimo) para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

Nota 2: Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de las vialidades. Los intercambios (distribuidores) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad

TABLA 904.6.2 NIVELES DE ILUMINANCIA RECOMENDADOS PROMEDIO MANTENIDOS PARA CIRCULACION DE PEATONES* EN LUX.

CLASIFICACION DE ACERAS O ANDADORES Y CICLOPISTAS	NIVEL HORIZONTAL MÍNIMO PROMEDIO (E pro)	NIVEL VERTICAL PROMEDIO PARA SEGURIDAD PEATONAL (E pro)**
ACERAS Y CICLOPISTAS DE LA VIALIDAD		
AREAS COMERCIALES	10	22
AREAS INTERMEDIAS	6	11
AREAS RESIDENCIALES	2	5
ACERAS Y CICLOPISTAS SEPARADAS DE LA VIALIDAD		
ACERAS, CICLOPISTAS Y ESCALERAS	5	5
TUNELES DE PEATONES	43	54

* Los cruces intermedios peatonales a mitad de las calles y las intersecciones deben de calcularse con iluminación adicional

** Para identificación de peatones a una distancia, los valores considerados serán de 1.8 Metros arriba de la acera

Diseño de alumbrado público.

El objetivo de un proyecto de iluminación es determinar la implantación (altura de montaje y espaciamiento) de los luminarios, así como la potencia luminosa requerida que cumpla con las necesidades de la vialidad a iluminar.

Los criterios de calidad más importantes para una instalación de alumbrado público desde el punto de vista de rendimiento y comodidad visuales son:

a.- Nivel de luminancia

El nivel de luminancia en la superficie de una vialidad influye sobre la sensibilidad a los contrastes del ojo del conductor y sobre el contraste de los obstáculos en la calzada con respecto a su alrededor; tiene por consecuencia, una influencia directa sobre el rendimiento visual de los conductores. Se debe regir por los valores indicados en la tabla 904.6.a

b.- Uniformidad de los niveles de luminancia.

La uniformidad de los niveles de luminancia influye tanto en el rendimiento como en la comodidad visual del conductor. Se debe regir por los valores indicados en las tablas 904.6.a

c.- Eficiencia de la geometría de la instalación para la orientación visual.

Se deben tomar medidas en la geometría de la instalación para que permita una orientación visual al conductor transmitiendo una imagen rápida para que inmediatamente identifique el curso de la vía y

particularmente de la dirección que debe seguir a una distancia que dependerá del límite de velocidad permitida

Una disposición de luminarios que siga con exactitud la dirección de la vialidad mejora la orientación y contribuye así a la seguridad y conveniencia de sus usuarios. Esto es especialmente importante en el caso de vías que tienen muchas curvas e intersecciones.

d - Eficiencia energética

Por lo tanto al proyectar una instalación de alumbrado público hay que pensar en una adecuada orientación del usuario y en especial en las zonas conflictivas donde la orientación puede ser errónea. Los siguientes puntos son de importancia especial:

- En autopistas con varias calzadas y camellón central se logra una buena orientación visual, adicional a otras ventajas colocando los postes en el camellón central.

- Para indicar claramente el curso de la vía en una curva se deben colocar los postes en su lado exterior. Lo anterior da como resultado que la vialidad tenga una luminancia mas uniforme y su dirección este claramente indicada por la hilera de luminarios.

ARTICULO 905. PASOS VEHICULARES

905-1. Introducción

Túnel

Se define como una sección cerrada de una vialidad en la cual se encuentra restringida la iluminación natural durante el día, por lo tanto se debe evaluar necesidad de una iluminación suplementaria que permita una adecuada visibilidad al conductor.

En el presente documento no se consideran los pasos a desnivel para uso diferente a vehículos automotores, ni los pasos para peatones; los pasos vehiculares con longitud menor a 25 mts. no requieren alumbrado durante el día

El objetivo del sistema de iluminación en los pasos a desnivel es proporcionar una buena visibilidad, por lo que para realizar el diseño será necesario considerar las características del túnel en sí y su área adjunta. Muchos factores contribuyen a disminuir la visibilidad, por lo tanto todos estos factores deben ser identificados en relación a cada instalación.

Los factores que se deben de considerar son los siguientes

- 1.- Características de aproximación de la vialidad.
- 2.- Características de la superficie rodante del túnel, paredes y techo
- 3.- Características del área circundante en la entrada del túnel
- 4.- Condiciones atmosféricas y ambientales.
- 5.- Características de operación del tráfico
- 6.- Orientación del túnel con respecto al sol

905-2 Definiciones

La norma incorpora conceptos fundamentales para la interpretación del diseño de iluminación en túneles como son

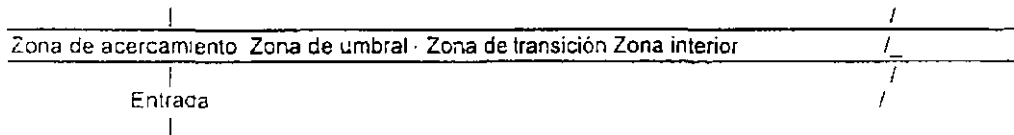


Figura 905.2

Descripción de términos asociados con iluminación de túneles

Zona de acercamiento.- Área externa de la vialidad de acercamiento al túnel.

Portal o entrada - Plano de entrada al túnel.

Zona de umbral.- Área donde se efectúa una transición de altos niveles de luminancia a niveles menores del interior

Zona interior.- La mayor parte del túnel donde se establece un bajo nivel de iluminación

Nota.- Las longitudes de las zonas varían de acuerdo a los parámetros de diseño.

Iluminación diurna.

Es el sistema de iluminación que permite reducir la relación de la luminancia externa a la interna durante las horas del día. Por consecuencia el valor de la luminancia durante las horas del día es mayor que durante la noche. Este sistema de iluminación se utiliza para túneles largos, curvos o pasos que presenten desnivel pronunciado con respecto a la vialidad.

Iluminación nocturna.

Es el sistema de iluminación que permite lograr un nivel de luminancia durante las horas de la noche de tal manera que se reduzca al mínimo el problema de adaptación al agujero negro que se presenta a la salida del túnel

Distancia mínima de seguridad de frenado.

Es la distancia mínima requerida para que un conductor pueda parar con seguridad su automóvil, para no impactarse con el o los objetos que se encuentran dentro del túnel. Esta distancia varía de acuerdo a la velocidad de circulación como se indican en la tabla 905.2

Zona de entrada o umbral

La zona de umbral es la zona inicial del túnel y es igual a la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona, durante las horas del día debe ser relativamente alta, con

el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación, conforme el conductor se interne en el túnel.

Zona de transición.

La luminancia durante las horas del día en la zona de transición, debe ir disminuyendo desde la zona del umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición.

Zona interior.

En túneles largos, a la zona de transición (o de adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la adaptación no se ha logrado al 100% y es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente elevado.

TABLA 905.2. DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD DE FRENADO

VELOCIDAD	TRAFICO	MINIMA DISTANCIA DE SEGURIDAD DE FRENADO
KILOMETROS POR HORA		METROS
	48	60
	64	90
	80	140
	88	165
	96	200
	104	220

905-3. Clasificación de túneles

Un túnel se puede clasificar de acuerdo a sus características físicas como un túnel corto o largo dependiendo de su longitud.

a).- Túnel corto

Es aquel en el que sin tráfico la salida y sus alrededores son claramente visibles desde un punto situado fuera de la entrada del mismo. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo, sin que necesite alumbrado durante las horas del día, siempre y cuando sea recto o el tráfico no sea muy intenso. Si el paso es curvo o existe tráfico intenso el efecto silueta es menos marcado, en cuyo caso se debe instalar iluminación artificial.

b).- Túnel largo

Se considera un túnel largo, aquel cuya longitud total es mayor a la distancia mínima de seguridad de frenado.

905-4. Optimización de visibilidad en túneles y características de acercamiento

El conductor que se aproxima a la entrada de un túnel durante el día necesariamente ha de adaptar sus ojos del alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior a la luminancia existente en el interior del túnel. Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro de él es mucho más bajo que el de fuera, el túnel se presentará como un "agujero negro", dando como resultado que ningún detalle de su interior sea visible, el efecto del agujero negro es creado por la alta diferencia de luminancias existentes en el exterior y el interior del túnel.

El diseño físico del túnel, así como el diseño del área de aproximación al mismo y el entorno, es muy importante, ya que en combinación con un buen diseño del sistema de iluminación permite incrementar la luminancia dentro del túnel, reduciendo de esta manera la alta diferencia de luminancias entre el interior y el exterior.

905-5. Reducción de la luminancia externa de adaptación

Para hacer visible los obstáculos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es en la zona de umbral. El nivel de luminancia requerido en esta zona depende de la denominada "luminancia externa de adaptación", que es función a su vez de la magnitud y distribución de las luminancias exteriores al túnel.

Las luminancias exteriores, que juntas determinan la luminancia externa de adaptación, difieren grandemente según los diversos tipos de túneles. Para pasos inferiores o bajo pasos elevados, la luminancia externa de adaptación depende parcialmente de la estructura en cuestión y parcialmente de la luminancia del cielo. Sin embargo, en zonas edificadas el cielo solo forma a menudo una pequeña parte del campo de visión.

Para la mayoría de los tipos de túneles se pueden tomar medidas especiales para bajar la luminancia externa de adaptación. Tales medidas incluyen el empleo de materiales oscuros no reflectivos para la superficie de la vialidad en la zona de aproximación del túnel, en forma adicional, para la fachada de la entrada del túnel y las paredes en el acceso, plantar árboles o arbustos al lado y encima de la entrada para protegerla del brillante cielo, o bien hacer la entrada al túnel tan alta y ancha como sea posible.

905-6. Factores de diseño del área de aproximación y entrada de un túnel.

La cantidad y la longitud, a la cual la luz del día alcanza a penetrar en un túnel depende en gran medida de la orientación del mismo. El sistema de iluminación de un túnel deberá estar acorde con la orientación, ya que esta se determina con base en otros criterios.

El incrementar la altura en la entrada del túnel, así como el ancho del mismo, permite aumentar la penetración y cantidad de luz del día al túnel, lo que representa una reducción de las necesidades de iluminación artificial

905-7 Optimización de la visibilidad en el interior del túnel.

Para obtener un nivel alto de luminancia dentro del túnel, la vialidad y las paredes deben tener un alto grado de reflectancia al menos un 50% inicialmente (deberá aumentarse artificialmente el brillo de la vialidad)

Para una buena orientación visual es deseable que haya una pequeña diferencia de luminancia o de color entre la superficie de la vialidad y las paredes. Deben de evitarse superficies con reflexión especular. El acabado de las paredes debe ser de material fácil de limpiar.

El uso de terminados corrugados en las paredes verticales, acabado burdo en el pavimento de la vialidad u otros tratamientos que produzcan relieves en las superficies, incrementaran la reflexión de la luz y por lo tanto, la penetración de la luz solar en el área de entrada del túnel.

La diferencia de luminancia externa a la interna se lograra reducir por el uso de materiales oscuros en la superficie de aproximación al túnel y materiales claros en la superficie de la vialidad interna del mismo, en una longitud igual a la distancia mínima de seguridad de frenado Dando como resultado una menor necesidad de iluminación de umbral

905-8 Consideraciones para el diseño de iluminación.

Las consideraciones básicas para el diseño de la iluminación de túneles son las siguientes.

- 1.- Características de volumen y velocidad del tráfico.
- 2.- Luminancia externa.
- 3.- Características del túnel
- 4.- Luminancias del túnel durante el día y la noche.
- 5.- Equipo eléctrico y de iluminación.
- 6.- Iluminación de emergencia
- 7.- Efecto de parpadeo

1.- Características de volumen y velocidad del tráfico.

Los túneles con alto volumen de tráfico y alta velocidad, requieren de altos niveles de luminancia, en comparación con los túneles de bajo volumen y baja velocidad, ya que, los altos niveles de luminancia permiten al conductor mejor comportamiento en el desarrollo de las tareas propias de manejo.

2.- Luminancia externa.

Deben considerarse los niveles de luminancia existentes en el área de entrada del túnel y su entorno, debido a que en el momento de aproximación al túnel la visión se encuentra adaptada al nivel de luminancia exterior.

En la figura siguiente se indican los factores que producen altos o bajos niveles de luminancia externa

Luminancia externa más alta

- | | |
|-----|---|
| / \ | *Orientación del túnel este-oeste. La salida y la puesta del sol impiden la visualizar la entrada del túnel. |
| \| | *Ningún objeto sobre el horizonte tales como los que se pueden encontrar a la entrada del túnel. El cielo brillante compone la mayoría el campo visual. |
| \| | *Los colores muy claros del entorno Las laderas de las montañas cubiertas de nieve, los edificios pequeños y de color muy claro |
| \| | *Las entradas de túneles en los pasos a desnivel |
| A | *Los túneles orientados norte-sur. |
| \| | *Las laderas cubiertas de vegetación durante todo el año. |
| \| | *Los numerosos edificios de color oscuro. Las pendientes oscuras y pronunciadas de las montañas (nunca cubiertas de nieve). |
| \| | *Las medidas artificiales que se emplean para reducir la brillantez exterior tales como muros inclinados o los paralúmenes para el sol. |
| \ / | |

Luminancia externa mínima

Figura 905 8 Factores que afectan la luminancia externa de un túnel.

3.- Características del Túnel

Los túneles cortos rectos relativamente a nivel, con una longitud igual o menor a 25 m deberán de tener una adecuada visibilidad sin iluminación suplementaria diurna. En estos casos, la visibilidad se obtiene por medio de contraste negativo con altos valores de luminancia en la salida del túnel.

En túneles curvos, donde la salida del túnel no es visible, se requiere de iluminación suplementaria. En estos casos, se debe de considerar un solo sistema de iluminación que será igual al de la zona de umbral.

Para túneles largos se deben considerar diferentes zonas de iluminación.

4 - Luminancia del túnel

Zona de entrada o umbral

La luminancia del túnel en esta zona, durante las horas del día debe ser relativamente alta para proporcionar visibilidad al conductor durante el tiempo de adaptación a la entrada del túnel. La luminancia requerida en la zona de umbral dependerá de las características propias del túnel además del volumen de tráfico y la velocidad del mismo. Se debe seleccionar de acuerdo a la tabla 905.8 Que relaciona dichos parámetros.

TABLA 905.8 Recomendaciones de luminancia

CARACTERÍSTICAS DEL TUNEL	VELOCIDAD DEL TRAFICO KILOMETRO/HORA	* VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EN AMBAS DIRECCIONES			
		<25,000	25,000 -90,000	90,001 -150,000	>150,000
		CANDELAS POR METRO CUADRADO**			
TUNELES DE MONTAÑA DECLIVE GRADUAL DONDE LA NIEVE PUEDE ACUMULARSE O TUNELES CON POCOS EDIFICIOS EN SU ALREDEDOR, ORIENTACION DEL TUNEL ESTE-OESTE	81 61-80 60	210 180 140	250 220 140	290 260 230	330 300 270
TUNELES DE MONTAÑA CON PENDIENTE TALUDES OSCUROS, O CONDICIONES CLIMATICAS DONDE LA NIEVE NO PUEDE ACUMULARSE EL ENTORNO ALREDEDOR DE LA ENTRADA TIENE BRILLANTEZ MEDIA DURANTE TODO EL AÑO.	81 61-80 60	145 130 105	175 160 140	205 190 170	235 220 200
ENTRADA DEL TUNEL OCULTA, SUPERFICIES OSCURAS, O EDIFICIOS ALREDEDOR DE LA ENTRADA DEL TUNEL MEDIDAS ARTIFICIALES PARA REDUCIR LA BRILLANTEZ EXTERIOR ORIENTACION DEL TUNEL NORTE-SUR.	81 61-80 60	80 70 60	100 90 80	115 105 95	130 120 110

* Tráfico diario anual promedio en ambas direcciones

** Para valores aproximados en candelas por pie cuadrado multiplicar por 0.1

Zona de transición

Requisitos durante el día

La luminancia durante el día en la zona de transición debe ir disminuyendo desde la zona de umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición.

La luminancia debe de reducirse en pasos de igual longitud. El primer paso debe ser mayor o igual a un cuarto de luminancia de la zona de umbral. El último paso debe ser menor o igual al doble de la luminancia de la zona interior. El paso inmediato debe ser mayor que o igual a un tercio de la zona precedente.

Zona interior

En túneles largos, a la zona de transición (o adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la central, la adaptación no se ha logrado al 100% por lo que es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente alto.

La luminancia en la zona interior del túnel debe ser al menos de 5 candelas por metro cuadrado con una uniformidad que no exceda de 3 a 1 del promedio mínimo.

Requisitos durante la noche

En cuanto a los requerimientos del alumbrado durante las horas de la noche, la situación es inversa a la de las horas del día. El nivel de luminancia fuera del túnel es entonces menor que el de adentro y el problema de adaptación al agujero negro puede aparecer en la salida.

No existirán dificultades mientras la relación entre la luminancia dentro del túnel y fuera de él, sea menor a la recomendada en la tabla 905.8.1. Esta condición no se logra, sin embargo, si la iluminación del túnel sigue funcionando con la misma intensidad durante la noche. El alumbrado adicional instalado en las distintas zonas para cubrir las exigencias de la luz diurna debe apagarse y la iluminación reducirse en número o atenuarse para lograr una luminancia media de 2.5 Candelas por metro cuadrado a lo largo del túnel.

Relación de uniformidad

La relación de uniformidad dentro de las zonas del túnel, son las mismas que se utilizan para el cálculo de iluminación general y se relacionan en la tabla 905.8.1

Tabla 905.8.1 Recomendaciones de uniformidad de iluminación y luminancia indirecta para túneles.

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES		UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		LUMINANCIA INDIRECTA (MAXIMO)	UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
		L _{pro} a L _{min}	L _{max} a L _{min}	L _v a L _{pro}	E _{pro} a E _{min}
AUTOPISTAS Y CARRETERAS VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA		3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1	3 a 1
	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1		
	INTERMEDIA RESIDENCIAL	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1	3 a 1
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1		
	INTERMEDIA RESIDENCIAL	3 a 1	6 a 1	0.4 a 1	4 a 1
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	4 a 1	8 a 1		
	COMERCIAL	6 a 1	10 a 1		
	INTERMEDIA RESIDENCIAL	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1	6 a 1

Consideraciones de mantenimiento

Los valores de iluminación que se han indicado son los valores mínimos y deben de mantenerse durante las horas de operación del sistema. Por lo tanto, los valores de luminancia iniciales deben de ser mayores al inicio de operación del sistema para compensar la depreciación de lúmenes de la lámpara, la depreciación por polvo en el luminario y la depreciación de la reflectancia en las paredes del túnel.

5.- Equipo eléctrico y de iluminación

Lámparas: Las fuentes de luz que pueden utilizarse para la iluminación de túneles son:

- Lámparas fluorescentes.
- Lámparas de descarga de alta intensidad.
- Aditivos metálicos.
- Vapor de sodio de alta presión.
- Lámparas de vapor de sodio de baja presión.

No se deben usar las lámparas incandescentes para iluminación de túneles debido a su baja eficacia y su corta vida.

Los factores que influyen en la selección de una fuente de luz para la iluminación de túneles son:

- a.- Eficacia
- b.- Rendimiento de color y su efecto en letreros y señales de tráfico.
- c.- Potencia y flujo luminoso
- d.- Vida útil de la lámpara
- e.- Temperatura ambiente

- f.- Costo
 - g.- Tiempo de re-encendido
 - h.- Facilidad para el control del flujo luminoso
- Luminarios.

Los luminarios para iluminación de túneles deben ser de construcción adecuada para soportar el ambiente adverso de la mayoría de los túneles. Como son vibración, turbulencia de aire causado por los vehículos, humos de escapes, polvo, sal, procesos de limpieza con detergentes industriales, chorros de agua a alta presión, etc

Los factores que deben evaluarse en el diseño, selección, instalación y prueba del equipo de iluminación del túnel son los siguientes:

- a.- Hermeticidad al polvo, vapor y agua a alta presión.
- b.- Facilidad de limpieza, cambio de lámpara y reemplazo de partes.
- c.- Resistencia física para evitar torceduras o deformaciones durante su instalación, uso y servicio
- d.- Temperatura de operación (alta y baja) dentro del túnel.
- e.- Excesivo brillo del luminario

Suministro de energía eléctrica y controles

Se debe efectuar un estudio que considere la longitud del túnel con objeto de determinar la necesidad de tener dos fuentes diferentes de alimentación con dispositivos de transferencia automática. O bien disponer de una planta de emergencia que suministre suficiente energía a los luminarios que permitan tener al menos una quinta parte del nivel de iluminación diseñado para la iluminación nocturna.

Los requerimientos de iluminación de los túneles pueden variar durante la operación diurna, como resultado de las variaciones del tiempo o la posición del sol, por lo tanto, es recomendable que la instalación cuente con dispositivos que permitan desconectar automáticamente algunos luminarios de acuerdo a la luminancia externa, asimismo durante la operación nocturna.

6.- Iluminación de emergencia.

En el caso de túneles largos se debe contar con un sistema de iluminación de emergencia

7.- Efecto de parpadeo

El efecto de parpadeo o efecto estroboscópico, que produce sensaciones molestas, se presenta en el interior de un túnel iluminado debido a que el luminario o parte del mismo se refleja dentro del campo de visión de los ocupantes de los vehículos. Este efecto depende de la intensidad en candelas de la fuente que incide en los ojos del observador, de la localización de la fuente en relación al campo de visión del conductor y de la frecuencia o relación a la cual fuentes de luz sucesivas aparecen con respecto al desplazamiento. En la figura 905.8.2 Se indica la relación de el número de luminarios que se observan por segundo en relación a la velocidad del vehículo. El diseñador debe evitar espaciamentos de luminarios dentro de la zona de molestia indicada, que corresponde de 5 a 10 ciclos de luminarios por segundo.

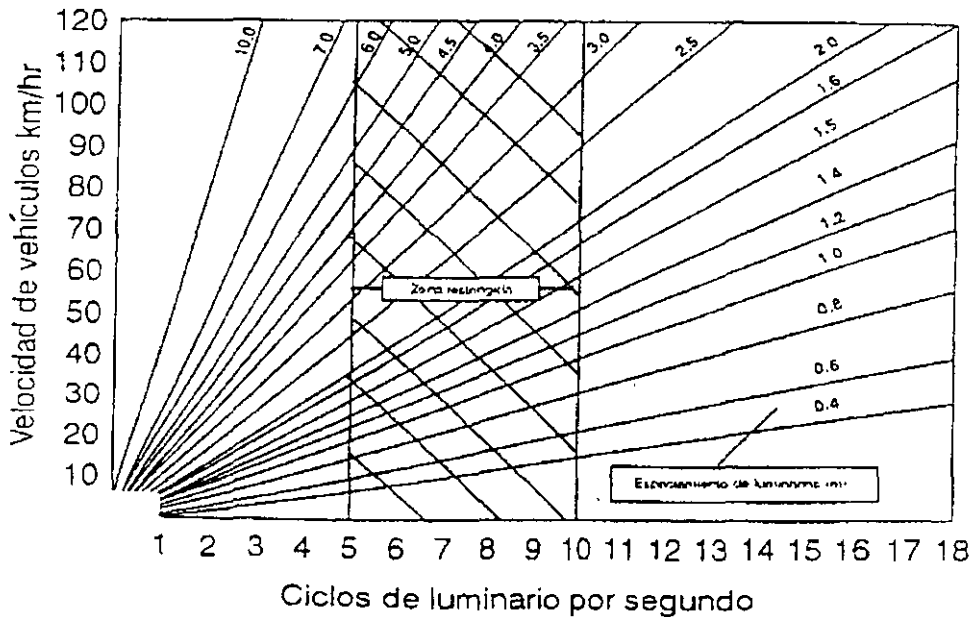


Figura 905.8.2. Efecto de parpadeo

ARTICULO 906. SISTEMA DE ILUMINACION PARA AREAS GENERALES**906-1 Estacionamientos**

El objetivo del sistema de iluminación de estacionamientos es el de permitir el tránsito ordenado y seguro de vehículos y peatones, así como proporcionar seguridad y evitar el vandalismo en las áreas destinadas para ese propósito.

Los estacionamientos se clasifican en cubiertos y abiertos; los requerimientos de iluminación dependen del tipo o nivel de actividad

Se establecen 3 niveles de actividad: alta, media y baja. Estos niveles reflejan la actividad peatonal y vehicular ilustrándose con los siguientes ejemplos:

- Alta
 - Eventos deportivos de importancia
 - Eventos cívicos y culturales de relevancia
 - Centros comerciales regionales
 - Restaurantes
- Media
 - Centros comerciales locales
 - Eventos cívicos, culturales o recreacionales
 - Áreas de oficinas
 - Áreas de hospitales
 - Áreas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo
 - Complejos residenciales
- Baja
 - Centros comerciales pequeños
 - Áreas Industriales
 - Áreas Escolares
 - Iglesias

Si el nivel de actividad involucra un gran número de vehículos durante la noche, los ejemplos citados para los niveles de actividad baja y media se deberán clasificar en el inmediato superior.

En el caso de estacionamientos cubiertos de varios niveles, el sistema de iluminación del nivel superior, si es abierto, deberá clasificarse como un estacionamiento abierto

Requerimientos de iluminación.

Los siguientes requerimientos se deben observar con el objeto de permitir el tránsito seguro y visión satisfactoria para peatones y automovilistas

- Áreas de tráfico intenso.- En estacionamientos abiertos se deben observar los niveles de iluminancia indicados en la tabla 906.1 (a) con el objeto de dar especial atención a las salidas, entradas, zonas de carga, cruces peatonales y carriles colectores para permitir una rápida identificación y mayor seguridad.

En estacionamientos cubiertos, la distancia de transición (15 m) entre el punto de entrada y el área de estacionamiento deberá tener niveles de iluminancia adecuados para la adaptación visual del conductor indicados en la tabla 906.1 (b).

- Caminos de acceso - El nivel de iluminancia mantenida promedio debe ser compatible con los sistemas de iluminación de las vialidades adyacentes y las condiciones locales, así mismo la relación de uniformidad promedio mínimo no debe exceder de 3 a 1

- Alumbrado de emergencia.- En estacionamientos cubiertos se deberá instalar en sitios estratégicos luminarios de emergencia que proporcionen un nivel de iluminación mínimo en el caso de una interrupción del suministro normal de energía. Se deberá proporcionar aproximadamente un diez por ciento de los niveles de iluminación establecidos en esta Norma.

- Iluminación de seguridad.- Por razones de seguridad, economía y mantenimiento fuera de las horas de alta actividad es necesario mantener el sistema de iluminación con niveles requeridos para baja actividad

- Áreas de estacionamiento (iluminancias verticales) - Los valores de iluminancia vertical deberán de ser iguales a los valores de iluminancia horizontal establecidos en la tabla No. 906.1 (b) a una altura de 1.8 m sobre el nivel del pavimento con el propósito de obtener una apropiada visión de objetos tales como paredes y columnas.

Calidad de iluminación

Generalidades.- Los sistemas de iluminación para áreas de estacionamiento no deberán proveer únicamente los niveles de iluminación requeridos, sino también proveer una alta calidad considerando el rendimiento de color, uniformidad y minimizando el deslumbramiento.

Rendimiento de color.- En muchas instalaciones la salida espectral de la lámpara debe ser capaz de producir un rendimiento de color que permita que las personas que utilizan las áreas de estacionamiento ya sea conduciendo o caminando, sean capaces de distinguir colores y diferenciar objetos.

Uniformidad.- La iluminancia en las diversas áreas de un estacionamiento puede variar considerablemente, por tanto, la relación de uniformidad promedio a mínimo no debe exceder los valores de la tabla 906.1

Deslumbramiento.- Deberán instalarse luminarios que permitan reducir el deslumbramiento a los conductores o peatones que utilizan las áreas de estacionamiento, ya que con la edad el deslumbramiento afecta la habilidad para percibir objetos u obstrucciones.

Tabla 906.1

Luminancias horizontales mantenidas requeridas para estacionamientos

(a) Estacionamientos abiertos

NIVEL DE ACTIVIDAD	AREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y AREA PEATONAL		AREA EXCLUSIVA DE VEHICULOS	
	LUX (MINIMO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)
ALTA	10	4:1	22	3:1
MEDIA	6	4:1	11	3:1
BAJA	2	4:1	5	4:1

(b) Estacionamientos cubiertos.

AREAS	DIA	NOCHE	RELACION DE UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)
	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)*	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	
AREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y AREA PEATONAL.	54	54	4:1
RAMPAS Y ESQUINAS.	110	54	4:1
ACCESOS	540	54	4:1
ESCALERAS	RANGO	DE	ILUMINANCIAS
	LUX 100-150-200	100 -150-200	100-150-200

* Suma de luz artificial y natural

906-2 Áreas residenciales y peatonales.

El objetivo del sistema de iluminación en áreas residenciales y peatonales, es el de permitir una mayor seguridad tanto vial como peatonal.

En las áreas residenciales en que está permitido el tráfico vehicular, el nivel de luminancia e iluminancia deben ser seleccionadas de acuerdo a las tablas 904.6 (a) y (b).

En aquellas donde no está permitido el tráfico vehicular, deberán seleccionarse los niveles de iluminación de acuerdo a la tabla 906.2

Requerimientos.

Los requerimientos de alumbrado para áreas peatonales pueden resumirse como sigue:

Peatones: Debe facilitar el movimiento y la orientación así como posibilitar el reconocimiento de los rasgos faciales

Debe ayudar al residente a detectar la presencia de intrusos y que no existan deslumbramientos que constituyan una incomodidad.

Ambos grupos: Debe mejorar el atractivo de los alrededores siendo suficientemente funcional para reprimir el vandalismo y el crimen.

Nivel de iluminación.

De acuerdo a los requerimientos anteriores, los niveles de iluminación para el alumbrado de paseos públicos y áreas peatonales deberán considerarse los siguientes factores.

Seguridad de movimientos.- Es importante para los peatones poderse mover de manera segura, por lo que el alumbrado debe ser suficiente para revelar los obstáculos del camino potencialmente peligrosos, así como irregularidades y baches.

Reconocimiento facial

Es importante para los peatones poderse reconocer entre sí cuando se encuentran y poder distinguir los rasgos faciales, desde una distancia a la que sea factible evitar un posible ataque.

Orientación

Una buena orientación implica la capacidad de identificar casas, edificios y peculiaridades de los alrededores. Los letreros con los nombres de las calles en especial deberán estar bien iluminados.

Seguridad

El alumbrado residencial debe cumplir una función doble desde el punto de vista de la seguridad; debe disuadir a posibles intrusos o ladrones o al menos revelar la presencia de estos a los residentes y transeúntes.

Cuando se considera la seguridad de los peatones, el alumbrado de las áreas residenciales se deberá diseñar en base a los valores recomendados para iluminancia horizontal, que se muestran en la siguiente tabla.

Iluminancia	Observaciones
0,2 lux	Mínimo para seguridad de movimientos; detección de obstáculos.
5 lux	Media para "seguro" reconocimiento facial.
20 lux	Alumbrado atractivo.

Control del deslumbramiento

Una regla importante para mantener el deslumbramiento en un mínimo aceptable, es no colocar fuentes de luz a la altura de los ojos; deben instalarse por debajo de un metro y por arriba de tres metros aproximadamente

Tabla 906.2

FACTORES	Niveles de Iluminancia Mínima (Luxes)
Seguridad de Movimiento	1
Reconocimiento	5

CAPITULO 10 TABLAS

A. Tablas

Notas a las tablas

1. Las tablas 3A, 3B y 3C, se aplican solamente a sistemas completos de tubos conduit o tuberías y no se pretende aplicar a secciones de tubos conduit o tuberías que se emplean para proteger de daños mecánicos a los alambros expuestos.

2. Cuando se instalan conductores para la puesta a tierra e interconexión de equipos, éstos deben incluirse para calcular el porcentaje de relleno de los tubos conduit. Para el cálculo deben emplearse las dimensiones reales de dichos conductores

3. Cuando en un tubo conduit se instalan niples, con una longitud no mayor de 60 cm, para conectar a cajas, gabinetes, o envolventes similares, el porcentaje de relleno en el niple pueda ser de hasta el 60% de su área de sección transversal total. El Artículo 310, Nota 8(a) de las notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V no se aplican a esta condición

4. Para conductores que no se incluyen en el Capítulo 10, tales como los cables multiconductores, deben emplearse las dimensiones reales.

5. Véase la Tabla 1 para el porcentaje de relleno de los tubos conduit o tuberías.

Nota.

La Tabla 1 está basada en las condiciones usuales de cableado y alineación adecuada de los conductores y cuando la longitud del tendido y el número de dobleces está dentro de límites razonables.

Para ciertas condiciones debe considerarse un tamaño mayor de tubo conduit o un menor porcentaje de relleno.

Tabla 1. Porcentajes de relleno de conductores para tubos conduit o tuberías.

	(%)		
Número de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

Nota 1. Véanse las tablas 3A, 3B y 3C para el número de conductores, todos del mismo tamaño, en tamaños comerciales de tubos conduit o tuberías de 13 mm hasta 150 mm.

Nota 3. Para conductores con área de sección transversal mayor de 380.0 mm² (750 kCM) o para combinaciones de conductores de diferentes tamaños, úsense las tablas 4, 5 y 8 de este Capítulo para las dimensiones de los conductores, de los tubos conduit y de las tuberías.

Nota 4. Cuando, para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este cálculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un tubo conduit de tamaño comercial, debe seleccionarse el tubo conduit o tubería de tamaño comercial inmediato superior.

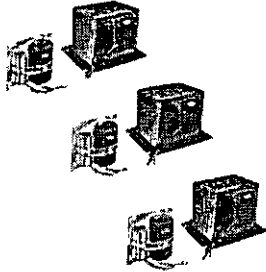
Nota 5. Se permite el uso de las dimensiones para conductores desnudos dadas en la tabla 8 de este Capítulo, cuando el uso de conductores desnudos está autorizado en otras secciones de esta Norma.

Nota 6. Un cable multiconductor de dos o más conductores debe considerarse como un solo cable para el cálculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diámetro externo del cable y con esto calcular el porcentaje de ocupación del cable en el tubo conduit.

Características Energéticas Garantizadas



Fecha de Emisión: Mayo / 2001.



BALASTROS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION

Certificado SELLO FIDE No.: L0496

Modelo Base	Tipo de Lámpara	Tensión Nominal (Volts)	Pérdidas Máximas (%)	Potencia de Línea Promedio (Watts)	Factor de Potencia (FP) Mínimo
Balastros Electromagnéticos Tipo Autotransformador Auto-regulado					
75A 8371 / AB	70W - S62	220	27	89	90
75A 8340 / AB	100W - S54	220	24	124.9	90
75A 8317 / AB	150W - S55	220	15.5	168.3	90
75A 8307 / AB	250W - S50	220	15.5	300.9	90
75A 8301 / AB	400W - S51	220	15.5	474.2	90
Balastros Electromagnéticos Tipo Autotransformador Auto-Regulado					
75A 8371A / AB	70W - S62	240	27	92.7	90
75A 8340A / AB	100W - S54	240	24	121.6	90
75A 8317A / AB	150W - S55	240	15.5	163.7	90
75A 8307A / AB	250W - S50	240	15.5	294.3	90
75A 8301A / AB	400W - S51	240	15.5	461.1	90
Balastro Electromagnético Tipo Autotransformador Auto-regulado					
75A83403550 / AB	100W - S54	220/240	24	120.7 / 121.5	90

Notas Importantes:**11 Modelos**

Al otorgar la Licencia para el Uso del SELLO FIDE a estos productos durante un año, el FIDE realizó un muestreo y evaluó el cumplimiento a los valores arriba indicados, por lo que el fabricante y distribuidor **Lumisistemas**, garantiza que sus productos cumplen con los valores antes relacionados.

- Cualquier inconformidad de los valores de garantía, favor de reportarla a la Coordinación del SELLO FIDE al Tel: 52-54-30-44, ext: 96140, Fax: 52-54-20-36, e-mail: eaguado@cfe.gob.mx
- Cualquier información relacionada con el costo, disponibilidad de productos, lugar de distribución de los productos de los modelos arriba relacionados favor de contactar a

Lumisistemas, S.A. de C.V., Dirección Urbina No. 19, Parque Industrial Naucalpan, Naucalpan de Juárez, Edo de México, C.P. 53470, con el Ing. Gregorio García González, Gerente Mercadotecnia y Ventas Nacional, Tel: 52-27-72-77, 53-27-04-00, Fax: 53-12-08-20, E-mail: ggarcia@lumisistemas.axasa.com

HOJA 1.

Características Energéticas Garantizadas



Fecha de Emisión: Mayo / 2001.

BALASTROS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION

SIB SOLA BASIC
BALASTROS Y REGULADORES

Certificado SELLO FIDE No.: S0496

Modelo Base Consecuente	Tipo de Lampara	Tension Nominal (Volts)	Perdidas Máximas (%)	Potencia de Linea Promedio (Watts)	Factor de Potencia (FP) Mínimo
Balastros Electromagnéticos Tipo Autotransformador Auto-regulado					
971-28-S-70	70W - S62	220	27	88.5	90
971-28-M-70		240			
971-28-SM-70		220/240			
971-25-S-100	100W - S54	220	24	124	90
971-25-M-100		240			
971-25-SM-100		220/240			
971-15-S-150	150W - S55	220	15.5	173	90
971-15-M-150		240			
971-15-SM-150		220/240			
971-15-S-250	250W - S50	220	15.5	288	90
971-15-M-250		240			
971-15-SM-250		220/240			
971-S-SO400	400W - S51	220	15.5	462	90
971-M-SO400		240			
971-SM-SO400		220/240			
Balastros Electronicos Autorregulados					
791-Y-70	70W - S62	220/277	12.0	79.0	96
791-Y-100	100W - S54		11.0	112.0	
791-Y-150	150W - S55		8.0	160.0	

Notas Importantes:

18 Modelos

Al otorgar la Licencia para el Uso del SELLO FIDE a estos productos durante un año, el FIDE realizó un muestreo y evaluó el cumplimiento a los valores arriba indicados, por lo que el fabricante y distribuidor **Industrias SOLA BASIC**, garantiza que sus productos cumplen con los valores antes relacionados.

- Cualquier inconformidad de los valores de garantía, favor de reportarla a la Coordinación del SELLO FIDE al Tel. 52-54-30-44, ext. 96140, Fax 52-54-20-36, e-mail: eaguado@cfe.gob.mx
- Cualquier información relacionada con el costo, disponibilidad de productos, lugar de distribución de los productos de los modelos arriba relacionados favor de contactar a:

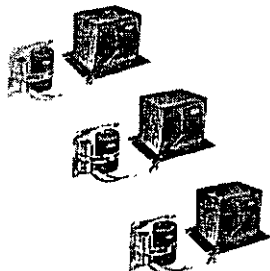
Industrias Sola Basic, S.A. de C.V.; Dirección: Calzada Javier Rojo Gómez No. 510, Col. Leyes de Reforma, México, D.F. C.P. 08500, con el Ing. Joaquín Linares de Bago, Subdirector de Promoción, Tel: 58-04-20-20, Fax: 57-00-33-51, E-mail: jlinares.isb@usa.net.mx

HOJA 2.

Características Energéticas Garantizadas



Fecha de Emisión: Mayo / 2001.



BALASTROS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION



Certificado SELLO FIDE No.: V0300

Modelo	Tipo de Lámpara	Tensión Nominal (Volts)	Pérdidas Máximas (%)	Potencia de Línea Promedio (Watts)	Factor de Potencia (FP) Mínimo
Balastros Electromagnéticos Tipo Autotransformador Auto-regulado					
S-AR-100-P	100W - S54	220	24.0	131.0	92.0
S-AR-250-P	250W - S50	220	15.5	295.0	95.0
S-AR-400-P	400W - S51	220	15.5	490.0	95.0

3 Modelos

Notas Importantes:

Al otorgar la Licencia para el Uso del SELLO FIDE a estos productos durante un año, el FIDE realizó un muestreo y evaluó el cumplimiento a los valores arriba indicados, por lo que el fabricante y distribuidor **Villa Industrias**, garantiza que sus productos cumplen con los valores antes relacionados.

- Cualquier inconformidad de los valores de garantía, favor de reportarla a la Coordinación del SELLO FIDE al Tel. 52-54-30-44, ext. 96140, Fax. 52-54-20-36, e-mail. eaguado@cfe.gob.mx
- Cualquier información relacionada con el costo, disponibilidad de productos, lugar de distribución de los productos de los modelos arriba relacionados favor de contactar a:

Villa Industrias, S.A. de C.V. Dirección: Av. Hda. Sta. Ma. Regla No 28, San Lucas Xoiox, Tecámac, Edo. de México, C.P. 55757, con el C.P. Jose Luis Villa Obeso. Tel.: (592) 40-137 ó 40-147, Fax (592) 40-008, e-mail: villa@mau.net.mx.

HOJA 3.

ALUMBRADO PÚBLICO

Método para calcular iluminancias en alumbrado público

Este se conoce como el método del factor de utilización debido a que los datos requeridos para este sistema aparecen en la información fotométrica de las luminarias, que se publican en los catálogos de fabricación de éstas

Cálculo de la Iluminación Media

Esta puede calcularse a partir de las curvas de utilización similares a las mostradas en la figura. Estas curvas permiten determinar el coeficiente o factor de utilización de la luminaria, el cual indica la fracción de flujo de la lámpara que cae en la zona delante de la luminaria, que para estos efectos se denomina "lado de la calzada" y la fracción que cae en la zona tras la luminaria que se denomina "lado de la acera".

Con este método se trata de determinar la iluminación media en lux para un tipo de luminaria dado, con una altura de montaje y espaciamientos conocidos o, a la inversa, con una luminaria, altura de montaje y nivel de iluminación dados, determinar los espaciamientos necesarios para obtener este último.

La expresión básica de cálculo es:

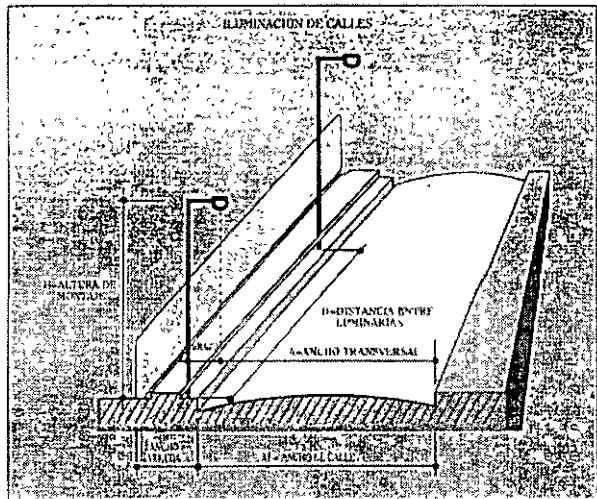
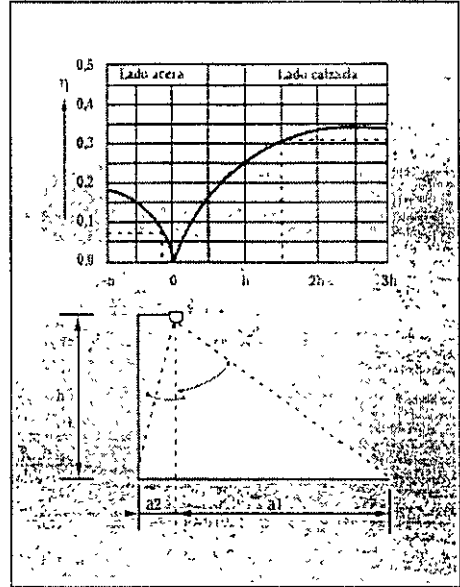
$$E = \frac{F \cdot CU}{S} \quad \text{lux}$$

o bien

$$E = \frac{F_m \cdot CU}{D \cdot A} \quad \text{lux}$$

y considerando los factores de depreciación vistos en los métodos antes estudiados:

$$E = \frac{F_m \cdot CU \cdot F_d}{D \cdot A} \quad \text{lux}$$



Donde:

- E = Iluminación, en lux
- F = Flujo de la luminaria, en lúmenes
- CU = Factor o coeficiente de utilización, compuesto de la suma del CU de calzada y CU de vereda
- CU = CU_C + CU_V
- F_{mt} = Factor de mantenimiento total, obtenido como el producto del F_m (factor de mantenimiento de instalaciones) y el F_d (factor de depreciación de luminarias)
- F_{mt} = F_m × F_d
- D = Distancia entre dos luminarias, en metros (ver figura iluminación de calles)
- A = Ancho transversal, en metros

Para determinar CU calzada se debe usar: $CU_c = \frac{a_1}{h}$ y para determinar CU vereda se debe usar: $CU_v = \frac{a_2}{h}$

Una vez resueltas estas ecuaciones se introducen en el diagrama de las «curvas de utilización», y se ubica cada valor en las curvas correspondientes a calzada y vereda. Con este procedimiento se obtiene el CU total, el cual se empleará para calcular la iluminación correspondiente para una separación dada de luminarias, o bien, la distancia entre luminarias para una iluminación determinada.

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Introducción

Usar eficientemente la energía, significa emplear toda la energía necesaria para realizar una determinada actividad en óptimas condiciones sin desperdiciar una parte de esta energía. No significa ahorrar energía a costa de bajar la calidad de las prestaciones, produciendo riesgos en otras áreas como la seguridad, en caso de trabajos peligrosos o en la salud, como problemas a la vista en el caso de la iluminación.

Lograr la eficiencia energética, requiere aplicar la inteligencia para obtener el resultado óptimo con el mínimo consumo.

Dentro de las medidas más fácilmente aplicables a la realidad cotidiana, está el reemplazo de luminarias ineficientes por nuevas luminarias más eficientes desarrolladas en los últimos tiempos por las principales empresas fabricantes.

Es útil recordar que la iluminación más eficiente, de más bajo costo y menos agresiva con el medioambiente es el uso de la luz natural proveniente del sol.

Las recomendaciones siguientes, son válidas sólo en los casos en que la iluminación artificial es imprescindible.

Las lámparas fluorescentes compactas actualmente fabricadas, comparadas con las ampollitas convencionales, consumen hasta un 80% menos de energía, entregan más luz por wats, tienen una vida útil 8 veces superior, pero son más caras, por lo tanto, hay que tener presente que es conveniente usar estas lámparas en lugares que requieran permanecer encendidas durante 6 ó más horas al día; de lo contrario el ahorro, y por lo tanto el retorno de la inversión se realiza en un período más largo.

En el cuadro siguiente se resumen las ventajas de las lámparas de alta eficiencia frente a las lámparas tradicionales. Se ha tomado como referencia un caso concreto de lámparas existentes en el mercado.

VARIABLES	LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS 18 W.	LAMPARAS INCANDESCENTES TRADICIONALES 75 W.
HORAS DE VIDA	8,000 horas	1,000 horas
EFICIENCIA LUMINICA	67 lm/watts	13 lm/watts
CONSUMO DE ENERGIA EN 8,000 HRS.	144 kw/h	600 kw/h

Otra forma de hacer uso eficiente de la energía eléctrica, es utilizar sistemas de control, en las instalaciones de iluminación tradicionales

INFORMACION SOBRE UTILIZACION DE LUMINARIOS PARA ALUMBRADO PUBLICO

En los valores tabulados a continuación, se indica la máxima separación que puede ser obtenida con diferentes luminarios y lámparas. Están de acuerdo a los niveles promedio mantenidos de iluminación y al criterio de relación de uniformidad máxima, recomendados por la IES.

5) Los datos dados en esta tabla son los resultados de un cuidadoso estudio, en el que se emplearon los mejores patrones de distribución luminosa, así como las curvas fotométricas más adecuadas para cada aplicación. Para aquellas instalaciones donde la separación de postes o bien el nivel luminoso son críticos, el departamento de ventas de LUMINIS TEMAS CH, S. A. realizará un profundo estudio y presentará el proyecto más adecuado a sus necesidades.

CARACTERISTICAS DE ESTA TABLA

- La columna de los luxes promedio mantenidos, se subdividió en dos columnas; en una se indican los luxes mínimos recomendados por la IES y en la otra los luxes realmente obtenidos para la separación dada. En algunos casos el nivel luminoso será considerablemente mayor al recomendado; esto se debe a que el criterio de diseño se basa en la relación de uniformidad, más que en la iluminación mínima.
- Se consideró un montaje del luminario a 1.20 m del extremo de la acera sobre el arbolito, excepto para luminarios punta de poste, donde se consideran montados a 30 cm del extremo de la acera hacia el lado de la casa y a una altura de montaje que resulta atractiva para la vista.
- Los valores dados en esta tabla son para colocación de postes a tresbolillo. Los postes pueden ser colocados a un solo lado, con una pequeña reducción en la uniformidad luminosa. En caso de poner los postes opuestos, el nivel luminoso se duplica y generalmente se mejora la uniformidad.
- Si se usan postes ya instalados, cuya separación es menor a la separación máxima dada en las tablas, el nivel luminoso en luxes, que se tendrá, puede ser calculado multiplicando los luxes dados en la tabla por la relación del espaciamiento máximo sobre el espaciamiento real.

EJEMPLO DEL EMPLEO DE LA TABLA

- Determine el sistema más económico para iluminar una calle residencial, de acuerdo al mínimo recomendado por la IES y que tiene un ancho de 12 m. Consultamos la tabla en la sección residencial: clasificación de tráfico local y buscamos cual es el luminario que nos da mayor separación entre postes. El luminario que da mayor separación entre postes es el dado en el renglón No. 37 y 38 con una separación de 76 m, además, también es el luminario que consume menos kilowatts por kilómetro, por lo tanto, el luminario óptimo para esta aplicación es un Multilite* o Cromalite* 250 con lámpara de sodio alta presión de 150 watts.
- Un ingeniero encargado de la iluminación de una ciudad, desea reemplazar sus viejos luminarios con mercurio, por luminarios con sodio de alta presión, empleando el sistema de postera que actualmente tiene, los cuales, están colocados opuestos con una separación de 30 m, y una altura de montaje de 12 m. El ancho de la calle es de 18 m y quiere tener un nivel luminoso de 50 luxes aproximadamente. Consultando la tabla en la sección comercial-mayor se busca en los luminarios, que empleando lámparas de sodio alta presión, nos den una separación de postes de 30 m para anchos de calle de 18 m y altura de montaje de 12 m. Como se está empleando una colocación de postes opuesta, el nivel luminoso que se debe buscar en la tabla deberá ser de la mitad del nivel deseado. El luminario Cromalite* (renglón 142) nos da un nivel luminoso de 21.6 con una separación de 40 m si es colocado a tresbolillo; como la colocación será opuesta, el nivel luminoso será de 2 x 21.6 = 43.2 luxes y como la separación de postes será de 30 m en lugar de 40 m, el nivel de iluminación será de:

$$43.2 \times \frac{40}{30} = 57.6 \text{ luxes}$$

CLASIFICACION IES DE VIA		Promedio de luxes mantenidos		Relación de uniformidad		No. de renglones	Luminario	Separación entre postes (m)	Altura de montaje (m)	Consumo (Watts)	Luminancia (cd/m²)	Curva fotométrica			
Clasificación por ancho de calle	Clasificación por tráfico	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo										
RESIDENCIAL	CALLE JONES	2	3.7	6.0	1	MULTILITE	VM 175	7.6	7.6	55	3.69	8150	0.70	35-174445	
			3.7	6.0	2	CR-250	VM 175	7.6	7.6	55	3.69	8150	0.70	35-174445	
			5.5	5.8	3	CRCO-250	SAP 70	7.6	7.6	40	5.12	8150	0.69	35-176173	
			3.8	5.7	4	MULTILITE	SAP 70	7.6	7.6	52	1.56	5800	0.69	35-175654	
			3.8	5.7	5	CR-250	SAP 70	7.6	7.6	52	1.56	5800	0.69	35-175654	
			3.7	5.3	6	CRCO-250	SAP 70	7.6	7.6	43	1.89	5800	0.69	35-176169	
	LOCAL	4	6	4.1	2.4	7	MULTILITE	VM 175	9.0	9.0	40	5.10	8150	0.70	35-174445
				4.1	2.4	8	CR-250	VM 175	9.0	9.0	40	5.10	8150	0.70	35-174445
				5.0	2.9	9	CRCO-250	VM 250	9.0	9.0	37	5.60	8150	0.69	35-176174
				4.2	3.6	10	MULTILITE	VM 250	9.0	9.0	52	5.50	11500	0.65	35-174445
				4.2	3.6	11	CR-250	VM 250	9.0	9.0	52	5.50	11500	0.65	35-174445
				6.0	5.4	12	DECALITE*	VM 250	9.0	9.0	46	6.20	11500	0.65	35-175800
				5.6	5.1	13	CRCO-250	VM 250	9.0	9.0	46	6.20	11500	0.69	35-176173
				4.1	2.2	14	MULTILITE	SAP 70	9.0	9.0	40	2.0	5800	0.69	35-175644
				4.1	2.2	15	CR-250	SAP 70	9.0	9.0	40	2.0	5800	0.69	35-175644
				5.0	2.0	16	CRCO-250	SAP 70	9.0	9.0	27	3.0	5800	0.69	35-176169
				4.3	5.2	17	MULTILITE	SAP 100	9.0	9.0	61	1.9	9500	0.69	35-175654

* Los luminarios Decalite y Cromalite CO tienen idéntica información fotométrica. Los números de la información fotométrica son los del luminario Decalite.

NOTA : CR 250 ES IGUAL A CROMALITE 250 Y
CRCO - ES IGUAL A CROMALITE CO 250

NOTAS IMPORTANTES

- 1.- Se estudiará y analizara en el curso la especificación A-001 del Luminario para alumbrado público con lámpara de vapor de sodio en alta presión, en posición horizontal (tipo OV) de 70, 100, 150, 200 y 250 W.
- 2.- Se presentará el cálculo económico computarizado de las alternativas para los sistemas de adumbrado público.
- 3.- Se desarrollarán proyectos de alumbrado público en computadora, calculados y diseñados con el programa "Visual" de Lithonia Lighting.
- 4.- Se tiene programada una visita al laboratorio de alumbrado público del G.D.F.

Tema 3

Alumbrado General de Áreas

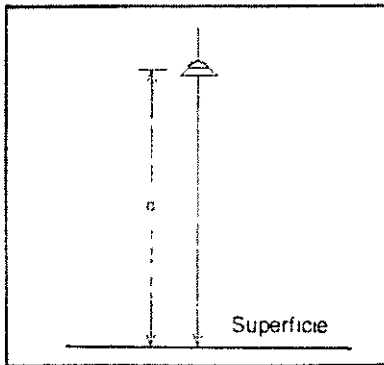
Método de Punto-por-Punto
(Para Alto Montaje ver paso 3, pág. 48).

Usar este método para determinar el valor en luxes en un punto de la superficie, el cual es iluminado directamente por una o varias unidades. Cuando la luz incide en un punto sobre la superficie en forma cenital, usar la fórmula "A" pero cuando la luz incide sobre la superficie con un ángulo (ubicado entre varias unidades), se debe usar la fórmula "B"

Figura 3/Métodos de Medición

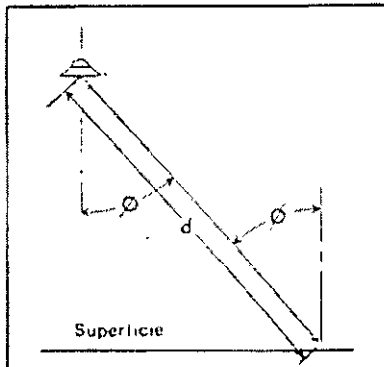
Fórmula "A"

$$\text{Luxes} = \frac{\text{Candelas}}{(\text{distancia})^2}$$



Fórmula "B"

$$\text{Luxes} = \frac{\text{Candelas (cos. ángulo } \phi)}{d^2}$$



Las candelas (en el ángulo deseado) son encontradas en la curva de distribución luminosa en la página del catálogo seleccionado. La distancia "d" y el ángulo mediante un dibujo a escala de la ubicación del luminario o a través de cálculos trigonométricos

EJEMPLO: (Punto-por-Punto)

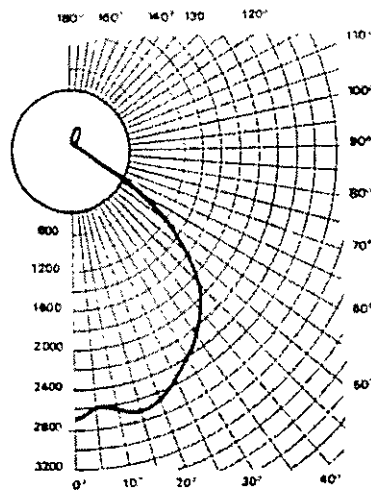
No. 1 Determine el valor en luxes a nivel del piso y en posición cenital de un luminario LBM para lámpara de vapor de Mercurio de 175 watts, haz medio. La altura de montaje sobre el piso es de 3.66 m (12')

No. 2 Usando la misma unidad, determine el valor en luxes al nivel del piso de un punto alejado 2.13 m (7') de la unidad

Figura 4/Curva de Distribución Luminosa

Luminario LBM17VW02S1

Luminario Autopatastrado de 175 watts Vapor Mercurio con reflector haz medio



Angulo Zona Media (Grados)	Bujías	Zona	Lumens
0	2723	0-10	254
5	2672	10-20	795
15	2800	20-30	1213
25	2620	30-40	1459
35	2323	40-50	1434
45	1853	50-60	867
55	966	60-70	236
65	238	70-80	61
75	58	80-90	87
85	02	90-100	98
90	75	100-110	115
95	89	110-120	106
105	109	120-130	65
115	106	130-140	22
125	72	140-150	4
135	21	150-160	3
145	7	160-170	2
155	7	Total	6801
165	7		

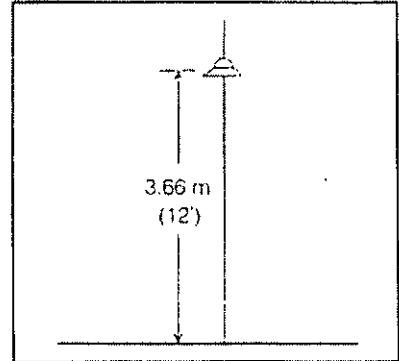
Tabulación

Zona Grados	Lumens	% Total Lumens
0-30	2962	28.6
0-60	6027	70.8
0-90	6386	75.1
90-180	415	4.9
0-180	6801	80.0

Figura 5

Problema No. 1 Usar fórmula "A"

$$\text{Luxes} = \frac{C}{d^2}$$

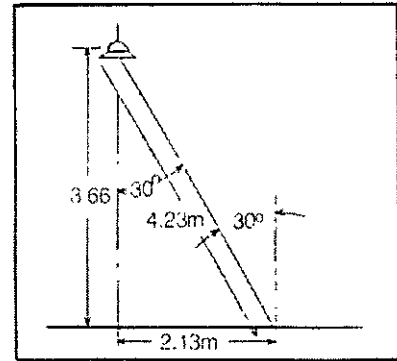


$$\text{Luxes} = \frac{2723}{(3.66)^2} = 203$$

a) Candelas a 0° (de la curva de distribución a la izquierda).

Problema No. 2 Usar fórmula "B"

$$\text{Luxes} = \frac{C \times \text{Cos } \phi}{d^2}$$



$$\text{Luxes} = \frac{2400 \times \text{Cos } 30^\circ}{(4.23)^2}$$

$$= \frac{2400 \times 0.866}{17.89}$$

$$\text{Luxes} = 115$$

c) Candelas a 30° (de la curva de distribución a la izquierda)

Iluminación de Exteriores

Los siguientes cuatro pasos ayudan a seleccionar los equipos adecuados para la iluminación de exteriores.

1

Determine el nivel de iluminación

3

Seleccione el tipo de reflector

2

Seleccione el tipo de lámpara

4

Determine el número y colocación de los reflectores en postes o lugares de montaje.

1

Determinación del nivel de iluminación

Para determinar el nivel adecuado de iluminación consulte el manual de la Illuminating Engineering Society, la Tabla de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación o las siguientes recomendaciones.

AREA POR ILUMINAR

**NIVEL DE ILUMINACION
LUXES**

Aeropuertos

PROMEDIO

MINIMO

Acceso a los Hangares
Áreas de mantenimiento

10
5

5
2.5

VENTA DE AUTOMOVILES

HILERA FRONTAL

AREA RESTANTE

Zonas de mucha competencia
Zonas sin competencia

500 - 1000
200 - 100

250 - 500
100 - 50

AREA CIRCUNDANTE

FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS

ILUMINADA

OBSCURA

Superficies claras
" medianas
" oscuras
" muy oscuras

150
200
300
500

50
100
150
200

AREAS DE CONSTRUCCIONES

General
Excavacion

100
50

AREAS INDUSTRIALES

Manejo de materiales
Muelles de carga

50
200

Almacenamiento - Activo
Inactivo

200
10

ILUMINACION PARA VIGILANCIA

Bordas
Áreas Generales
Entradas y Salidas

10
50
100

2

Selección del
tipo de lámpara
a utilizar

Tabla para Selección Rápida de Lámparas

	Incandescente	Yodo-Cuarzo	Vapor de Mercurio	Aditivos Metálicos	Fluorescente	Vapor de Sodio de Alta Presión
Costo Inicial	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Consumo de energía (para igualdad de luz)	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Costo de operación anual	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Tamaño del luminario	Medio	Pequeño	Medio	Medio	Grande	Medio
Períodos de encendido largos (Mas de 1000 horas al año)	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	
Períodos de encendido cortos (Menos de 1000 horas al año)	Buena	Buena	Buena	Buena	Regular	Buena
Definición de color	Buena	Muy Buena	Regular	Buena	Regular	Regular
Consideraciones de lugar de montaje*	Regular	Regular	Buena	Buena	Regular	Buena
Control de haz luminoso	Muy Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Pobre	Regular
Proyección de Gran Alcance (Haz angosto)	La Mejor	Regular	Regular	Regular	Pobre	Regular
Operación en ambiente de baja temperatura	Muy Buena	Muy Buena	Buena	Buena	Regular	Buena
Proyección de Mediano Alcance	Buena	Buena	Buena	Buena	Regular	Buena

* Condiciones difíciles o costosas para cambio de lámparas y mantenimiento

Puede notarse con relativa facilidad por este análisis que la lámpara fluorescente no es especialmente adecuada para iluminación de exteriores, exceptuando algunas aplicaciones muy especiales. Por lo tanto de esto podemos deducir que debemos trabajar con las otras cinco fuentes luminosas

3

Selección
del Reflector
o Luminario

Históricamente se han considerado dos tipos básicos de reflectores. Para uso rudo y servicio general.

El tipo para uso rudo es muy fuerte, se fabrica usualmente en fundición de aluminio, y puede resistir mal trato físico y condiciones ambientales severas.

El tipo para usos generales se fabrica con menos resistencia. Generalmente en lámina de aluminio — pero suficientemente fuerte para resistir las condiciones atmosféricas del exterior.

Sin embargo, en la actualidad hay disponibles en el mercado reflectores, que combinan las mejores cualidades de resistencia física con muy buena presentación estética y ligereza, fabricados por CROUSE HINDS DOMEX, los que se indican a continuación.

**Instalación y
Condiciones de Operación**
**Para lámparas de
descarga gaseosa**
**Para lámparas
incandescentes**

Áreas Industriales:

MVR

Áreas Deportivas y Recreativas

GAL (PROFILE) - MVF

QB

Instalaciones Provisionales

MVF

QB

Adaptable a la Arquitectura Actual

GAL (PROFILE)

Peso ligero

MVF

QB

Condiciones Atmosféricas — Severas
o Corrosivas

MVR-

QB

Uso rudo

MVR-

QB

Distribución del haz luminoso bien
delimitado con mínimo deslumbramiento

GAL (PROFILE)

QB

4

Determinación del número y localización de reflectores y postes

a) Determinación del número de reflectores "Método del Haz Luminoso"

Este procedimiento es de la I.E.S. y proporciona buenos resultados, pues toma en cuenta los factores luminosos pertinentes.

La siguiente expresión nos dice:

$$\text{Número de reflectores necesarios} = \frac{\text{Superficie por Iluminar} \times \text{Nivel en Luxes}}{\text{Lumens del Haz del Reflector} \times \text{Coeficiente de Utilización} \times \text{Factor de Mantenimiento.}}$$

Lumens del Haz del Reflector:

Es el valor del flujo luminoso que emite el reflector o el producto del valor del flujo, emitido por la lámpara, multiplicado por la eficiencia del reflector. Es un dato proporcionado por el fabricante del reflector.

Por ejemplo, un reflector con eficiencia de 64%, con una lámpara de vapor de mercurio de 21000 lumens (400 Watts) tendrá:

$$0.64 \times 21000 = 13400 \text{ Lumens en el Haz}$$

Coeficiente de Utilización del Haz:

Se llama así al porcentaje del Haz luminoso que incide en el área por iluminar. Puede variar entre 60 y 100%, pudiéndose determinar con exactitud sólo mediante cálculos complicados. Sin embargo, pueden establecerse algunas reglas generales que permiten seleccionar un coeficiente de utilización del Haz con suficiente aproximación. Como una regla general mientras mayor sea la superficie por iluminar, mayor es el coeficiente. La forma en que el Haz luminoso se esparce tiene también influencia, si el Haz es más amplio de lo necesario, una cantidad excesiva de luz caerá fuera de la superficie por iluminar y el coeficiente será menor. La figura No. 1 da información adicional para seleccionar el valor del

coeficiente de utilización. La figura No. 3 presenta un método para determinar el coeficiente de utilización con la mayor aproximación posible para un trabajo típico. Los fabricantes tienen disponibles gráficas de distribución de sus reflectores como la del ejemplo y las suministran a solicitud.

Factor de Mantenimiento: Por medio de este factor se toma en cuenta el hecho de que la cantidad de luz proporcionada por el reflector se reduce a través del tiempo en servicio del mismo. Existen dos razones: La primera se debe a la acumulación de polvo en el lente del reflector, que varía con las condiciones de la atmósfera en la cual están instalados los reflectores, pero la experiencia indica que se puede considerar un 10% como valor para condiciones promedio. La segunda razón es la reducción del flujo luminoso de las lámparas a medida que transcurre su vida útil; en algunas lámparas decae muy lentamente mientras que en otras la velocidad de reducción es más rápida. Los fabricantes de lámparas proporcionan valores en sus publicaciones de la variación luminosa con el tiempo. Los siguientes son valores promedio que se sugieren con base a pruebas de laboratorio y en la práctica.

Factor de Mantenimiento Recomendable

Incandescente	0.75
Cuarzo-Yodo	0.85
Vapor de Mercurio, Claro y de Color corregido:	
175 a 700 W.	0.75
1000 W.	0.70
Vapor de Mercurio, Blanco Cálido:	
175 W a 700 W.	0.70
1000 W	0.65
Aditivos Metálicos	0.65
Sodio de Alta Presión	0.75

4

Determinación del número y localización de reflectores y postes

Después de haber determinado el número de reflectores necesarios, el siguiente paso será determinar la altura y arreglo del montaje así como el número de postes y su colocación.

En las figuras de la No. 4 a la No. 15 se sugieren localizaciones de postes para iluminación de exteriores.

Para la iluminación de superficies verticales se recomienda utilizar como regla general lo indicado en las figuras 16 y 17.

Para obtener una instalación económica, deberá utilizarse el menor número de unidades posible de la mayor potencia disponible que produzcan una distribución uniforme y una cobertura eficiente.

Para asegurar distribución y cobertura deberán verificarse los resultados en varios puntos del área, obteniendo el valor del nivel luminoso, por medio de las gráficas de distribución fotométrica del reflector proporcionadas por el fabricante.

Áreas Generales

En los arreglos o distribución de postes y reflectores de las figuras No. 4 a 15, las separaciones entre postes se recomiendan como máximas (con base en una altura de montaje "H" dada), inversamente, si se fija como obligatoria una separación entre postes, la altura de montaje "H" resultante debe considerarse como mínima recomendable.

Ejemplo: Suponiendo una distribución sencilla como la de la figura No. 5, para iluminar una superficie de 40 x 36 Mt.; encuentrese la altura de montaje "H" adecuada

Puesto que la mayor dimensión es 40 Mt. y deberá ser 4 veces mayor que "H", entonces H igual a 10 Mt. como mínimo o sea utilizar el poste estándar de longitud inmediata mayor.

Mientras mayor número de postes se utilicen, se obtendrá mayor uniformidad, visibilidad y reducción de sombras. Por ejemplo, aunque el número de reflectores en las figuras 7 y 8 es el mismo, la iluminación a base de la distribución de la figura No. 7 es mejor, pero en cambio si la decisión es por costo, será la decisión a favor de la Fig. No. 8, ya que la No. 7 requiere mayor número de postes y una instalación eléctrica de mayor costo.

Desde luego que se pueden utilizar mayores espaciamientos y menores alturas de montaje que las recomendadas en las figuras No. 4 a 15, pero a cambio de una menor uniformidad en el nivel luminoso, sombras más grandes y reducción de la visibilidad, donde esos factores no se consideran de primera importancia. El espaciamiento entre postes puede incrementarse a 6 veces la altura de montaje. El número mínimo de reflectores en un poste para obtener un haz con buena cobertura es de uno en las esquinas, dos en instalaciones perimetrales y cuatro en postes centrales o dentro del área.

Superficies Verticales

Un procedimiento estándar para iluminación de superficies verticales, tales como fachadas, etc., a base de reflectores de haz abierto, es el que se presenta en las figuras 16 y 17, los reflectores deben colocarse con una separación de superficie no menor de 0.25 veces la altura "D" de la superficie y una separación entre reflectores de 2 veces "D".

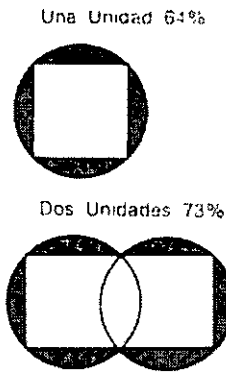


Fig. 1

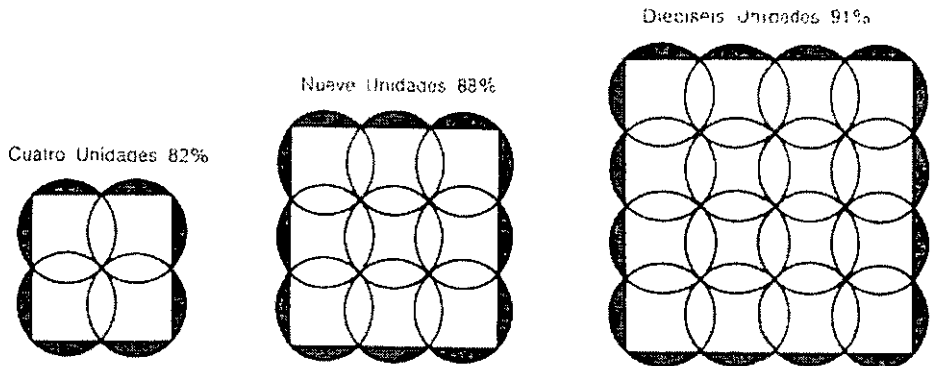


Fig. 2

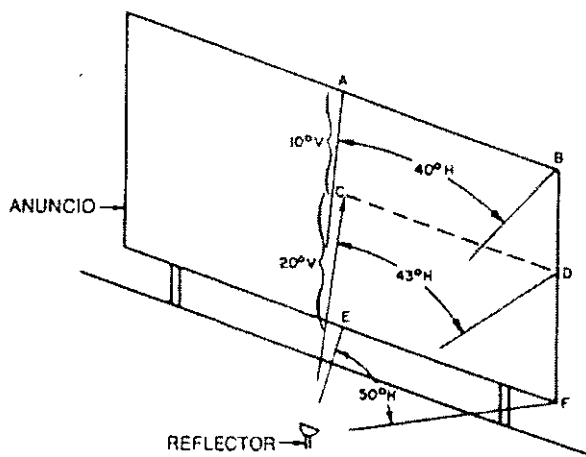
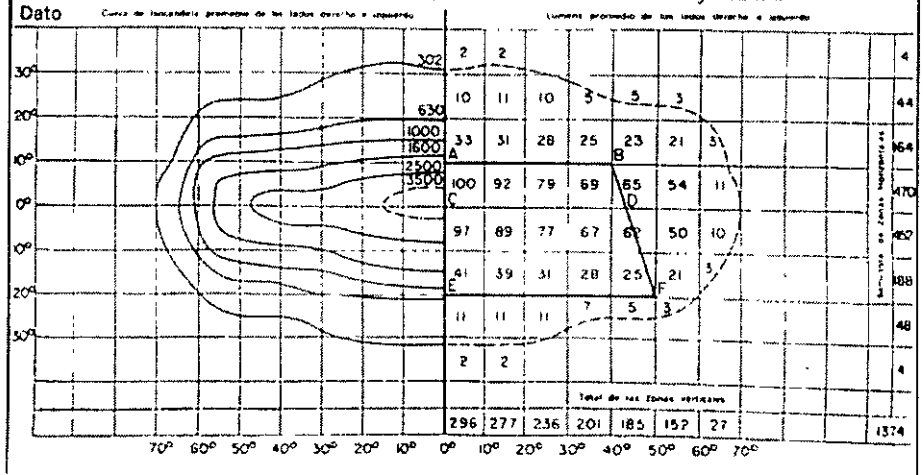


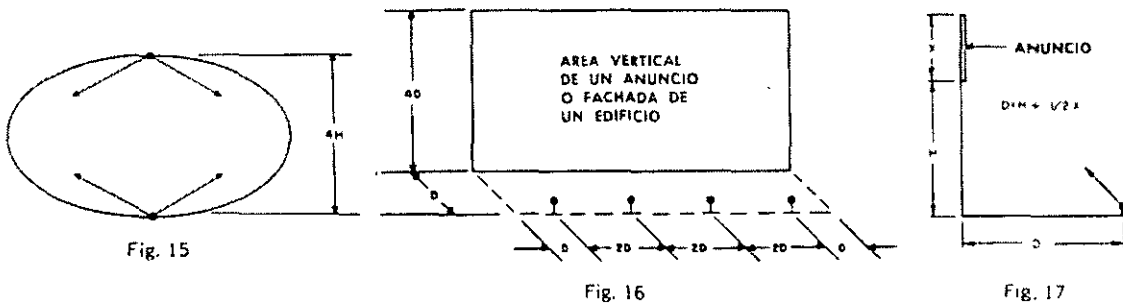
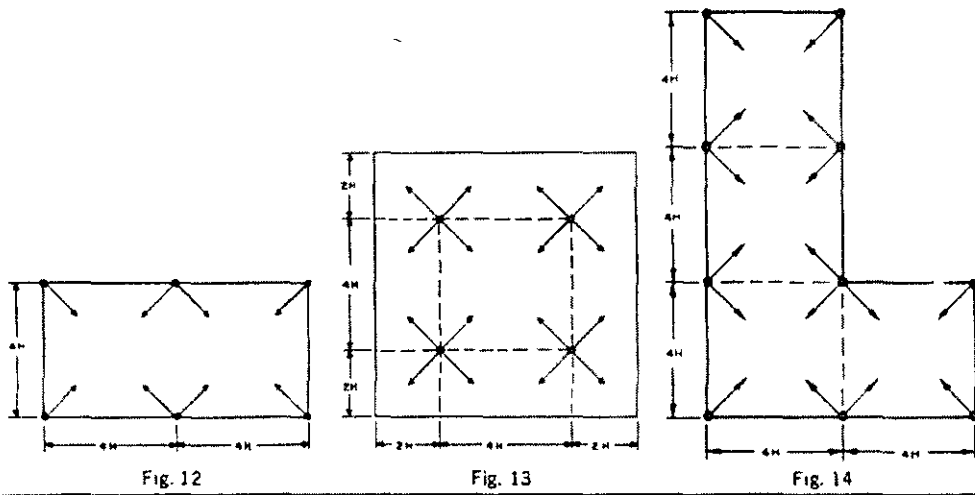
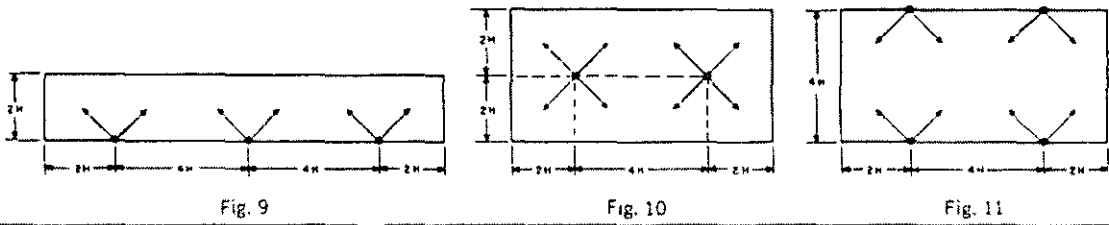
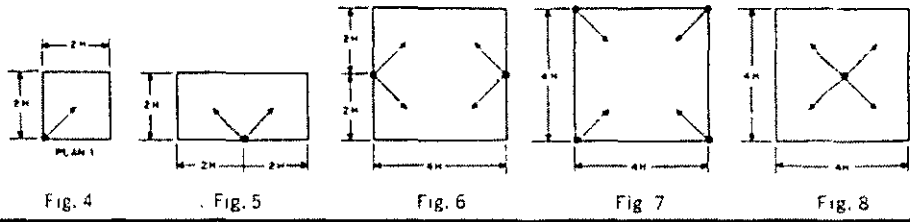
Fig 3

Curva de Distribución Luminosa
 Equipo Probado.
 Tipo-ADE-12
 Reflector - Haz Abierto
 Reflector Aux - Ninguno
 Lentes - Plano Transparente
 Lámpara
 Watts - 300 Bulbo-PS 30
 Volts - 115 Tipo Fil.-C-9
 Lumens - 5950
 L.C.I. - 15.24 cm
Resultados
 Prom. Max. Bujías - 3039
 Lumens Haz Luminoso - 2748
 Eficiencia Haz Lum. - 46.2%
 Difusión del Haz Lum
 H-140° V-64°
 Max. en Bujías 3310

Prueba efectuada con las Especificaciones de la I.E.S. y NEMA.



Los puntos indicados con letras en el anuncio corresponden a los que se indican en la curva de distribución luminosa por lo tanto todos los lumens marcados entre la línea ABFE caen dentro del anuncio, este total de 879 lumens sumado a la otra mitad da un total de 1758 lumens. El coeficiente de utilización del haz luminoso es entonces $1758 \div 2748$ o sea 64%



Tema 4

Iluminación Arquitectónica de Exteriores

Guía para Diseño con Proyectores

Clasificaciones NEMA

Para iluminación por proyectores en áreas generales

La distribución de luz que proviene de un proyector se conoce como "apertura del haz" y se clasifica por su tipo NEMA. La apertura de haz NEMA indica los dos bordes donde la fotometría de la intensidad de luz se derrama horizontal y verticalmente a un 10% de la máxima intensidad del haz de luz.

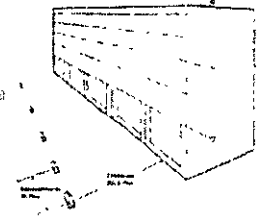
Por ejemplo:

Apertura del Haz Asimétrica
 97° (H) x 105° (V)
 Horizontal Vertical
 = NEMA 5 x 6

Clasificación NEMA de Apertura de Haz		
Apertura en Grados	Tipo NEMA	Descripción del Haz
10° a 18°	1	muy concentrado
18° a 29°	2	concentrado
29° a 46°	3	medio-concentrado
46° a 70°	4	medio
70° a 100°	5	medio-abierto
100° a 130°	6	abierto
130° en adelante	7	muy abierto

Espaciamento

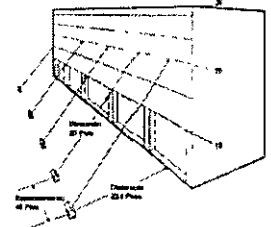
El método práctico para determinar el espacio entre proyectores establece que no se debe exceder el doble de la distancia de separación. Por ejemplo, si la separación es de 22.5 pies, los proyectores no deberán tener una distancia entre ellos superior a los 45 pies.



22.5 pies. x 2 = 45 pies entre proyectores

Dirección

El proyector deberá dirigirse, por lo menos, a dos tercios de la altura del edificio. Por ejemplo, si un edificio tiene 30 pies de altura, la dirección recomendada será de 20 pies de altura. Después de terminar la instalación, la dirección se puede reajustar para brindar una mejor apariencia. Si se colocan viseras completas o superiores se puede reducir el derrame de luz indeseada.



2/3 (30 pies) = 20 pies de altura

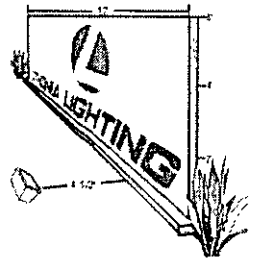
- Factores a Considerar para la Iluminación de Letreros.
1. Separación
 2. Espaciamento
 3. Dirección

ILUMINACIÓN DE LETREROS

Para iluminar letreros o anuncios con proyectores montados en piso se deben considerar tres factores: separación, espaciamento y dirección.

Separación

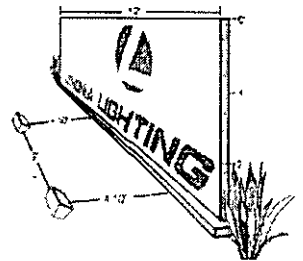
Al emplear proyectores montados en el piso, se recomienda una separación equivalente a tres cuartos de la altura del letrero. Por ejemplo, la distancia de separación para un letrero de 12' x 6' sería de 4.5 pies. Si el proyector se instala a una distancia menor se sacrificará la uniformidad mientras que colocarlo más lejos resultará en pérdida de eficiencia.



2/3 (6 pies.) = 4.5 pies.

Espaciamento

El método práctico para determinar el espacio entre proyectores establece que no se debe exceder el doble de la distancia de separación. Por ejemplo, si la separación es de 4.5 pies, los proyectores no deberán tener una distancia entre ellos superior a los 9 pies. 4.5 pies x 2 = 9 pies entre proyectores



Las siguientes recomendaciones de diseño son guías generales para el cálculo de iluminación. Estas guías probablemente no apliquen para todos los proyectos.

Proyectores Montados en Piso

Los proyectores montados en piso se utilizan para iluminar fachadas de edificios, letreros y banderas.

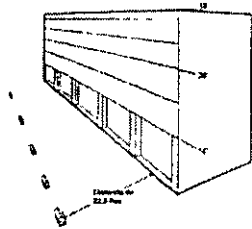
ILUMINACIÓN DE FACHADAS

Para iluminar fachadas de edificios con proyectores montados en piso se deben considerar tres factores: separación, espaciamento y dirección.

- Factores a considerar para la Iluminación de Fachadas:
1. Separación
 2. Espaciamento
 3. Dirección

Separación

Se recomienda una separación equivalente a tres cuartos de la altura del edificio, si el edificio tiene una altura de 30 pies, la separación recomendada será de 22.5 pies. Por ejemplo, si el proyector se instala a una distancia menor se sacrificará la uniformidad mientras que colocarlo más lejos resultará en pérdida de eficiencia.

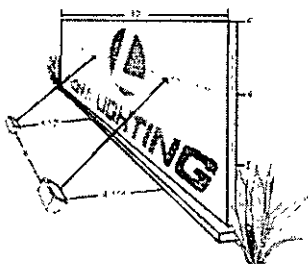


3/4 (30 Pies.) = 22.5 Pies

Dirección

El proyector deberá dirigirse, por lo menos, a dos tercios de la altura del letrero. Por ejemplo, si un letrero tiene 6 pies de altura, la dirección recomendada será de 4 pies de altura. Después de terminar la instalación, la dirección se puede reajustar para brindar una mejor apariencia. Si se colocan viseras completas o superiores se puede reducir el derrame de luz no deseada.

$2/3$ (6 pies) = 4 pies de altura



- Factores a considerar para la Iluminación de Banderas:**
1. Separación
 2. Espaciamento
 3. Dirección

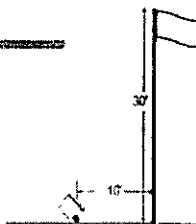
ILUMINACIÓN DE BANDERAS

Para iluminar banderas con proyectores montados en piso se deben considerar tres factores: separación, espaciamento y dirección.

Separación

Para iluminar una bandera se recomienda una separación equivalente a un tercio de la altura del poste. Si el poste mide 30 pies, el proyector deberá estar situado a 10 pies de distancia.

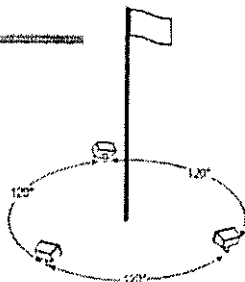
$1/3$ (30 pies) = 10 pies



Espaciamento

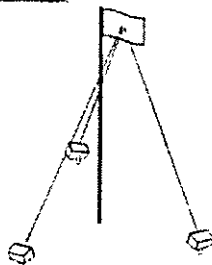
Lo ideal, es utilizar tres proyectores para iluminar una bandera, éstos deberán ubicarse aproximadamente a 120° uno de otro.

Tres proyectores a 120° uno del otro



Dirección

La dirección recomendada para cada proyector es el centro o la parte superior de la bandera. Si se colocan viseras completas o superiores se puede reducir el derrame de luz no deseada.



Proyectores Montados en Postes

Iluminación de Areas Abiertas

Los proyectores montados en postes generalmente se utilizan para iluminar áreas abiertas generales tales como lotes de estacionamiento y patios de almacenaje.

Factores a considerar para Iluminar Áreas Abiertas:

1. Altura de montaje
2. Espaciamento
3. Dirección vertical
4. Dirección horizontal

Altura de Montaje

Se recomienda una altura de montaje equivalente a la mitad de la distancia transversal del área que se va a iluminar. Por ejemplo, si el área tiene 40 pies de ancho, la altura mínima recomendada es de 20 pies.

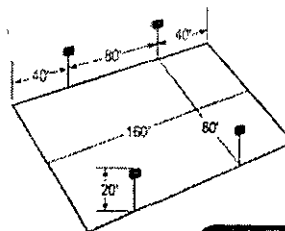
$1/2$ (40 pies) = 20 pies



Espaciamento

La ubicación de los postes es un factor importante cuando hay más de un poste en la instalación. El método práctico para determinar el espacio entre postes establece que éstos deben colocarse a cuatro veces la altura de montaje de los postes adyacentes. Por ejemplo, si un proyector está montado a 20 pies de altura, los postes deberán tener 80 pies de distancia entre ellos.

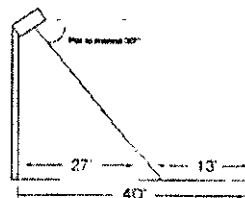
4 (20-pies de altura) = 80 pies entre postes



Dirección Vertical

Cuando se utiliza solo un proyector éste se apunta a dos tercios de la distancia transversal del área a iluminar y a por lo menos 30° por debajo de la horizontal. Por ejemplo, si el área a iluminar tiene 40 pies de ancho, la dirección recomendada es de 27 pies.

$2/3$ (40 pies) = 27 pies de altura

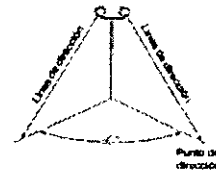


Si se pretende reducir el deslumbramiento, la dirección recomendada no deberá exceder el doble de la altura de montaje. Por ejemplo, si el poste tiene 20 pies de altura, la dirección vertical no deberá exceder los 40 pies.

2 (20 pies de altura de montaje) = 40 pies

Dirección Horizontal

Cuando se agrega un proyector adicional a un poste, también se debe tomar en cuenta la dirección horizontal. Primero, cada proyector deberá apuntarse verticalmente conforme al ejemplo anterior. Si el proyector tiene una distribución NEMA 6 horizontal, se recomienda dirigir el proyector a 90°.



Fixture series

6100

Door materials:

- A = Cast Aluminum
- B = Cast Bronze

Lamp types: (Lamps by others)

- MY50 = 75, 100, 125
- MY50-70 = 100, 150, 175
- HP550, 70, 100, 150

Voltage:

- 120V, 208V, 240V, 277V

Light distributions / Lens:

- SP - Spot Reflector with Clear Flat Lens
- NFL - Specular Reflector with 30° Spread Lens
- MFL - Diffuse Reflector with Clear Flat Lens
- WFL - Diffuse Reflector with Frosted Flat Lens
- WW - Wall Wash Reflector with 5° axial Spread Flat Lens
- NR - Reflectorized Lamp with Clear Flat Lens
- TSP - 10° tilt Flat Lens with Spot Reflector

- TFL - Diffuse Reflector with 10° Flat Lens
- XXX - Other Lamps on Request

Conduit entries:

- 12 - Two x 1/2" NPT in Bottom
- 34 - Two x 3/4" NPT in Bottom
- 34S - Two x 3/4" NPT in Sides
- 10S - Two x 1" NPT in Sides

Accessories:

- * RGA Rock Guard, Aluminum
- * GSA Glass Shield, Aluminum
- * DLA External Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * FLA External Louver, Full Eggcrate, Aluminum
- * LSA Light Shield, Aluminum
- * GM-61 GROUT MASK
- * IFLC Internal Louver, Full Eggcrate, Aluminum
- * IIDL Internal Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * IHL Internal Louver, Honeycomb
- ** IHL-3B Internal Louver, Honeycomb
- ** IHL-01 Internal Louver, Honeycomb
- * IS-60 Internal Source Shield*
- WW-01 Wall Wash Internal Louver
- * IPI Internal Parallel Louver

- * To replace Aluminum parts with Bronze, substitute "B" for "A".
- ** Determined by lamp type.
- ** For E-17 lamps only.

Fixture series

6200

Door materials:

- A = Cast Aluminum
- B = Cast Bronze

Lamp type/watts: (Lamps by others)

- V300 (PAR56 12V 300W max.)
- HQ70 = HQI (70W max.)
- MY175 = E28 175W
- HP70 = E23V 70W
- HP100 = E23V 100W
- HP150 = E23V 150W

Voltages:

- 120V - Standard
- 208V, 240V, 277V - Available for most HID lamp types

Light distributions / Lens

- LV 300 (Beam spread by lamp type)
- FLC Flat Lens Clear (std with LV MFL)
- FLC-10 Flat Lens Clear - 10° Tilt
- FLC-30 Flat Lens Clear - 30° Spread
- CLC Convex Lens Clear
- CLF Convex Lens Frosted
- FL Flat Lens (std with WFL)
- HQI 70 WW Wall Wash Reflector with 5° axial Spread Flat Lens,
- MH 175 & HPS
- MFL - Diffuse Reflector with Clear Flat Lens
- WFL - Diffuse Reflector with Frosted Flat Lens

Conduit entries:

- 12 - Two x 1/2" NPT in Bottom
- 34 - Two x 3/4" NPT in Bottom
- 34S - Two x 3/4" NPT in Sides
- 10S - Two x 1" NPT in Sides

Accessories:

- * RGA Rock Guard, Aluminum
- * GSA Glass Shield, Aluminum
- * DLA External Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * FLA External Louver, Full Eggcrate, Aluminum
- * LSA Light Shield, Aluminum
- * GM-62 GROUT MASK
- ** IFLC Internal Louver, Full Eggcrate, Aluminum
- ** IIDL Internal Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- ** IPI Internal Parallel Louver, Aluminum
- ** IHL Internal Louver, Honeycomb
- WW-01 Wall Wash Internal Louver
- PC-21 35 Cu In. Re-entrant Potting Compound
- PC-212 20 Cu In. Re-entrant Potting Compound
- * To replace Aluminum parts with Bronze, substitute "B" for "A".
- ** Determined by lamp type.

Series 4000 and 6000 In-Grade lighting fixtures are mounted flush to grade and uplight a variety of subjects including trees, walls, statues, columns, signs, and fountains. These fixtures are popular because the source is concealed and they provide no obstruction. Properly lamped, these units can be used in areas of high pedestrian traffic or any application where a fixture needs to be located above the ground. For more information on a specific unit or type of lamp refer to the list of photometric data sheets available.

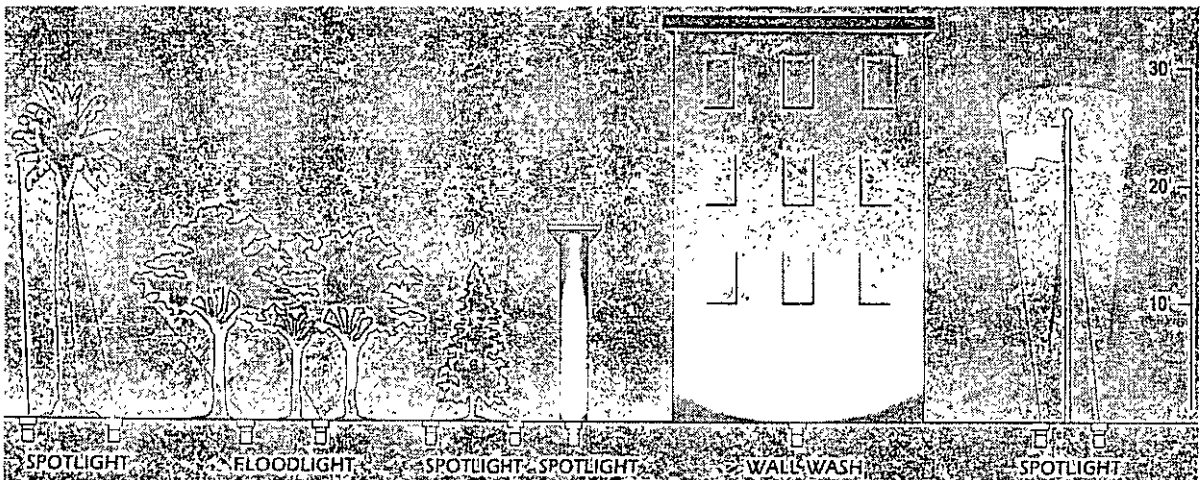
For specific application information, request the following:

Photometric Data Sheets

REDUCED DATA FROM LAMP MANUFACTURERS AND 9000 SERIES DATA COVERED IN I.T.I. REPORTS 35745-52; 36104-107

- HID REFLECTORIZED LAMPS - FLOOD... PDS-002
- HID REFLECTORIZED LAMPS - SPOT... PDS-003
- INCANDESCENT REFLECTORIZED LAMPS - FLOOD... PDS-004
- INCANDESCENT REFLECTORIZED LAMPS - SPOT... PDS-005
- LOW VOLTAGE REFLECTORIZED LAMPS - FLOOD/SPOT... PDS-006
- 6000/9000 SERIES NON REFLECTORIZED LAMPS - FLOOD/SPOT... PDS 007
- 6000/9000 SERIES WALL WASH... PDS-008

ARCHITECTURAL AND LANDSCAPING INFORMATION PAMPHLET



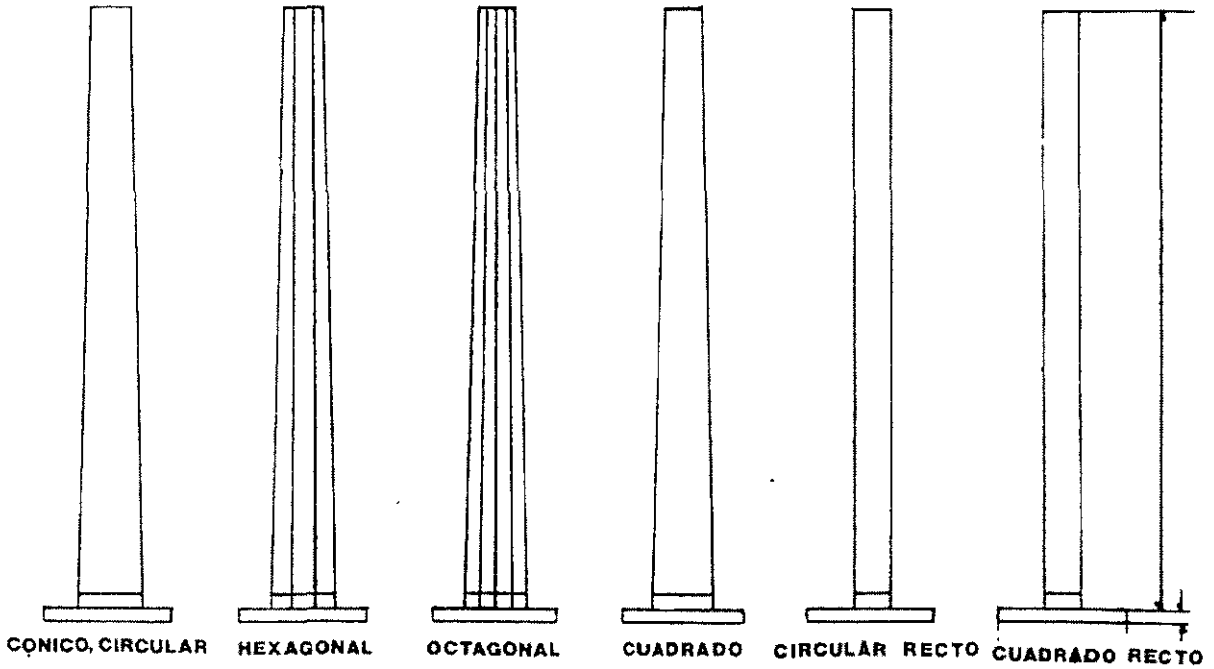
NOTA IMPORTANTE

En este tema y el tema 3 se tiene programada una visita al corporativo ACUITY BRANDS, para mostrar los avances y nuevas tecnologías en Luminarios y el uso del programa "Visual" d Lithonia Lighting.

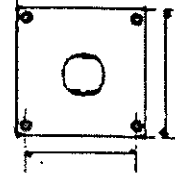
Tema 5

Instalación de Alumbrado Público

POSTES METALICOS PARA ALUMBRADO PUBLICO:



POSTES METALICOS PARA ILUMINACION DE CALLES FABRICADOS EN LAMINA CALIBRE 11 U.S.G.



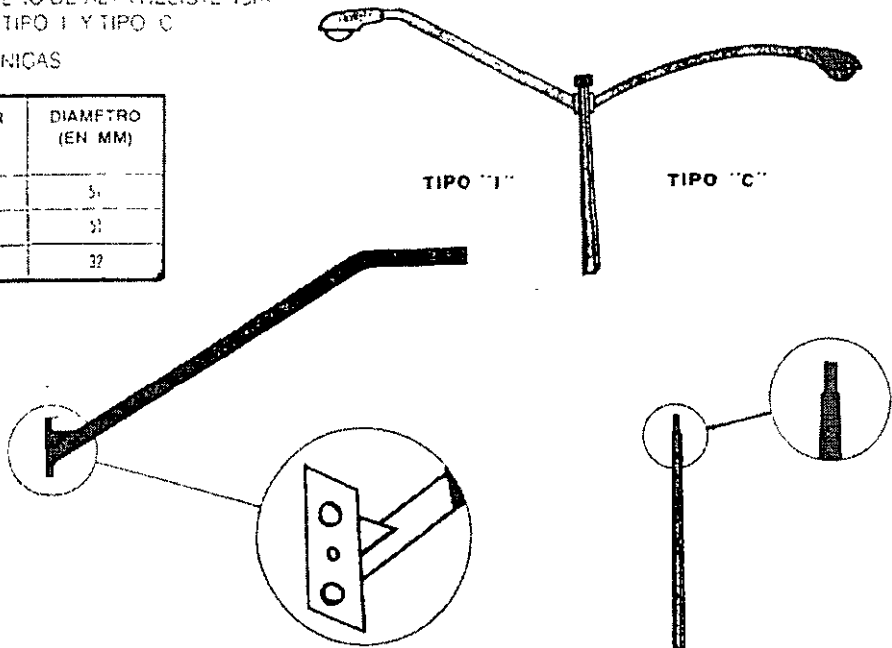
ESPECIFICACIONES TECNICAS

(DATOS EN MILIMETROS)

AL TURA DE LA CARA	AL TURA DE MONTAJE	DIAMETRO O LADO DE BASE	DIAMETRO O LADO DE CORONA	LADO DE PLACA BASE	ESPESOR DE PLACA BASE	DISTANCIA ENTRE PERFORACIONES
4000	4900	114	89	279	13	190
4500	4500	114	89	279	13	190
5000	5000	152	89	279	13	190
5500	5500	152	89	279	13	190
6000	6000	152	89	279	13	190
6500	6500	152	89	279	13	190
7000	7000	152	89	279	13	190
7500	7500	187	89	279	13	190
8000	8000	187	89	279	13	190
8500	8500	187	89	279	13	190
9000	9000	187	89	279	13	190
9500	9500	187	89	279	13	190
10000	10000	194	89	330	16	231
10500	10500	194	89	330	16	231
11000	11000	194	89	330	16	231
12000	12000	194	89	330	16	231

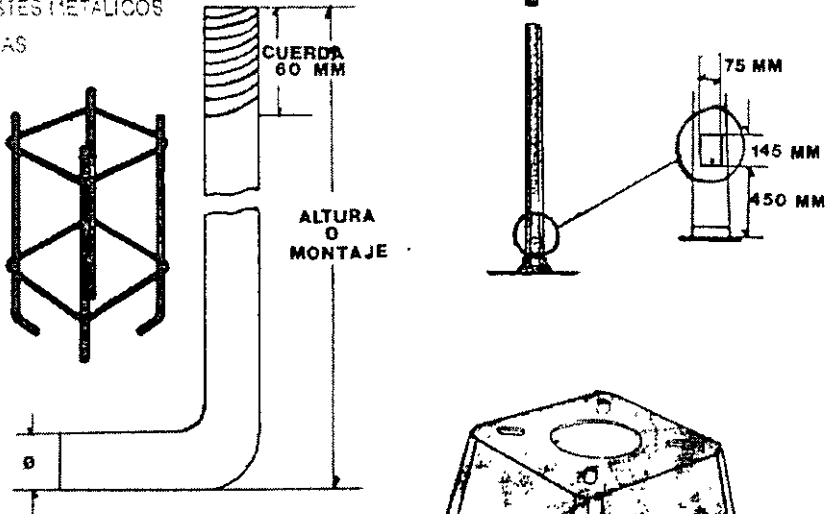
BRAZOS DE TUBO DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA DE 51 MM DE DIAMETRO TIPO I Y TIPO C
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ALCANCE DEL BRAZO EN MM.	KGS. POR UNIDAD	DIAMETRO (EN MM)
1800	11 900	51
2400	15 500	51
3000	5 000	32



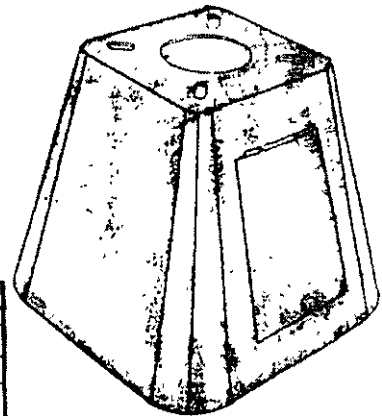
ANILLAS PARA SUJETAR POSTES METÁLICOS
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

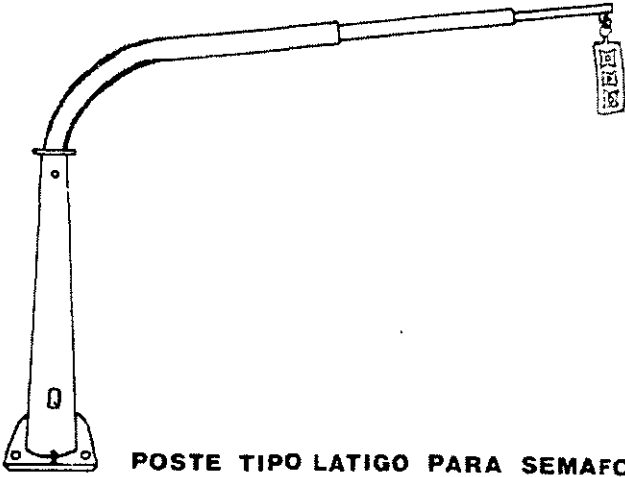
DIAMETRO (EN MM)	LONGITUD (EN MM)
19.0	500
19.0	750
19.0	1000
25.4	500
25.4	600



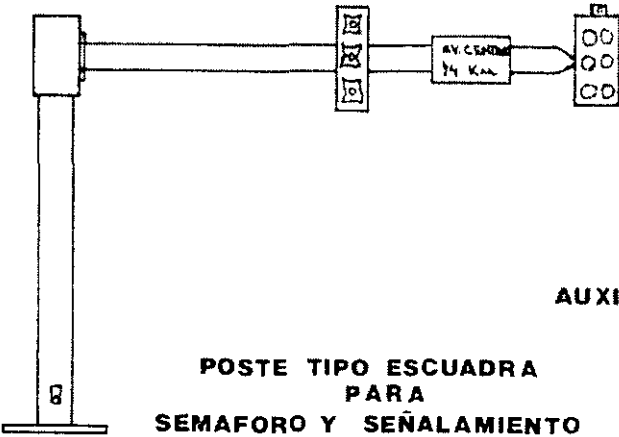
BASES PEDESTAL PARA POSTE
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TIPO DE BASE	ESPESOR DE LA LAMINA (MM)	ESPESOR DE LA PLACA (MM)	ALTURA (MM)	DESARROLLO DE LA BASE (MM)
Extra Pesada	6.35	12.70	508	483 x 483
Pesada	4.76	9.53	508	483 x 483
Normal	3.18	6.35	508	483 x 483





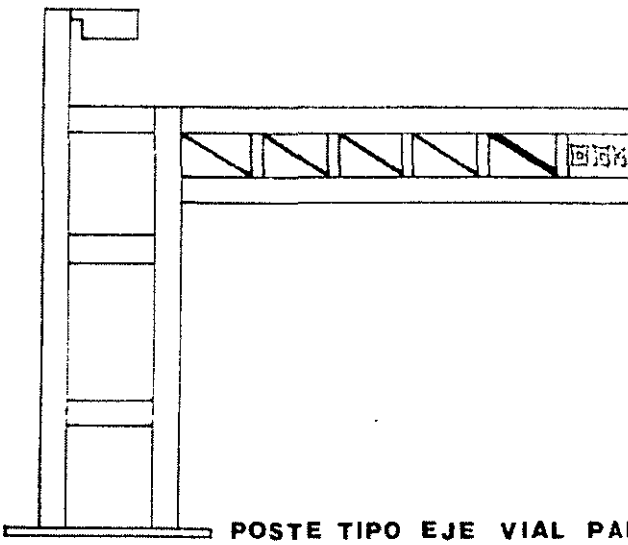
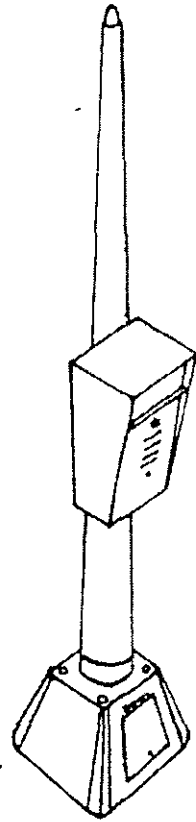
POSTE TIPO LATIGO PARA SEMAFORO



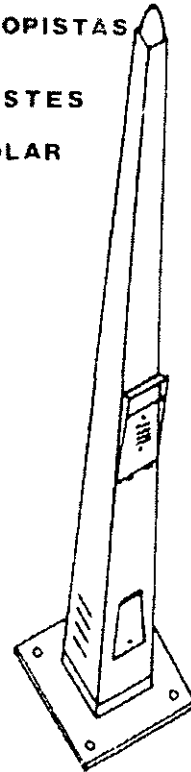
POSTE TIPO ESCUADRA
PARA
SEMAFORO Y SEÑALAMIENTO

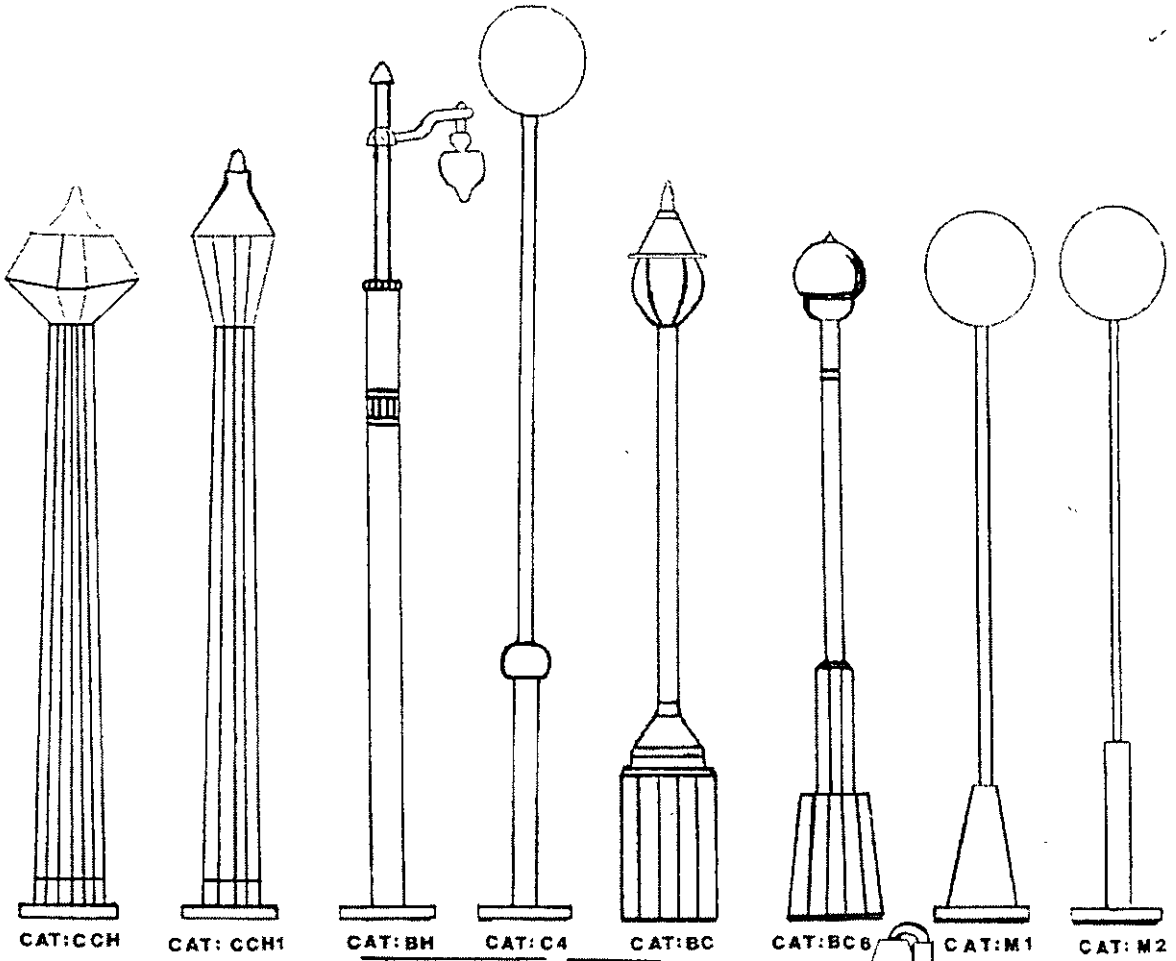
POSTES S. O. S.
DE

AUXILIO VIAL EN AUTOPISTAS
Y
DISEÑO EN POSTES
DE
ENERGIA SOLAR



POSTE TIPO EJE VIAL PARA SEMAFORO





CAT:CCH

CAT:GCH1

CAT:BH

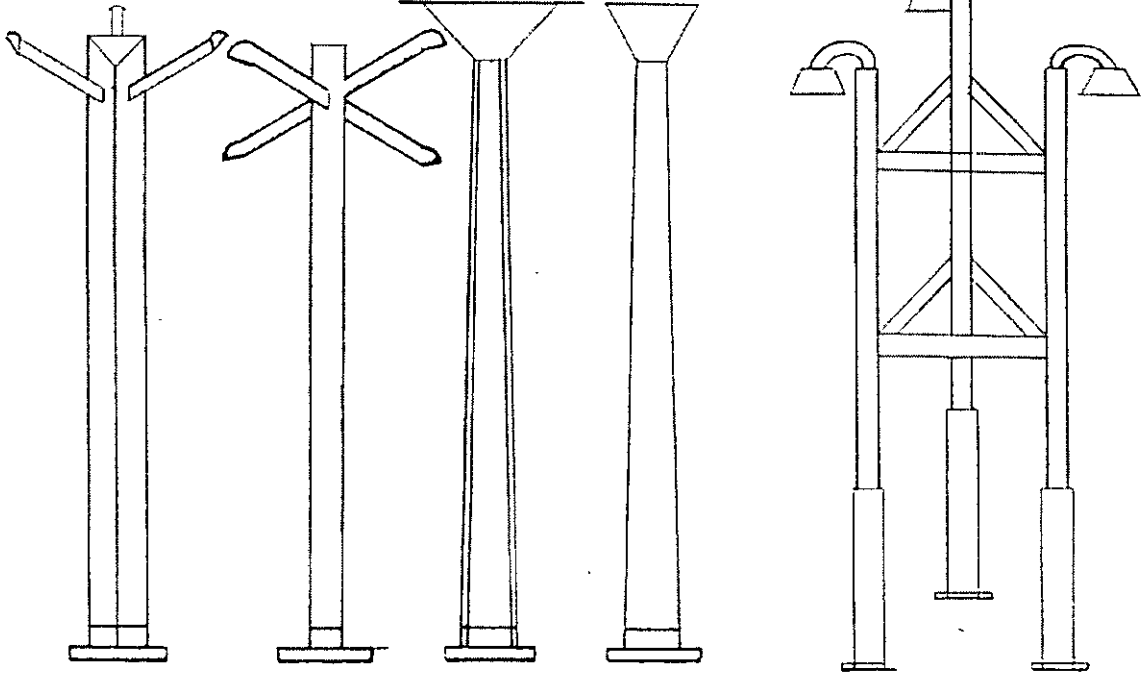
CAT:C4

CAT:BC

CAT:BCB

CAT:M1

CAT:M2



CAT:MF3

CAT:MF4

CAT:MF5

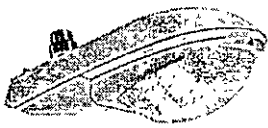
CAT:MFO

CAT:MCP

SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCION PARA ALUMBRADO PUBLICO

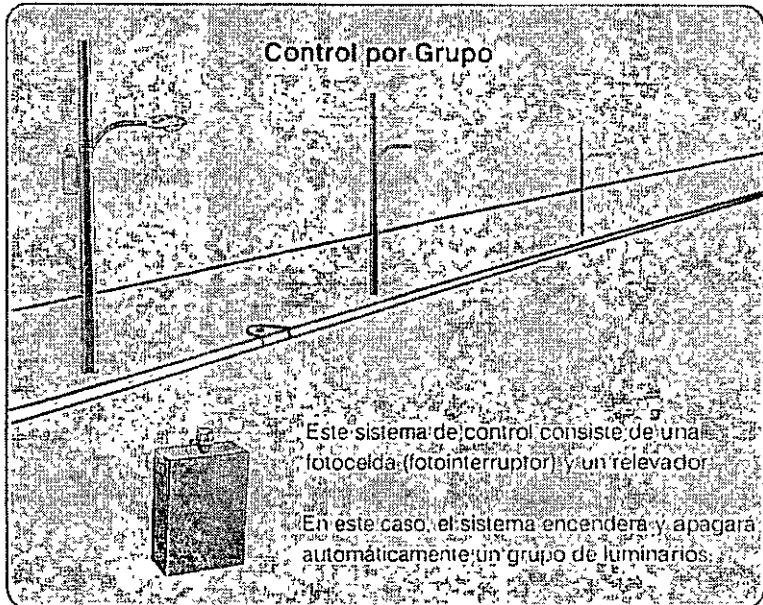
Existen fundamentalmente 2 sistemas:

Control Individual



Una fotocelda (fotointerruptor) enciende y apaga automáticamente un solo luminario.

Control por Grupo



Este sistema de control consiste de una fotocelda (fotointerruptor) y un relevador

En este caso, el sistema encenderá y apagará automáticamente un grupo de luminarios.

A. FOTOCELDAS

Las fotoceldas más comunes en nuestro país son las operadas térmicamente (1). La ventaja más importante de las térmicas es que evitan falsas operaciones por luz accidental (relámpagos y fanales de automóvil), etc.

Es importante verificar que la tensión nominal de las fotoceldas corresponda a la tensión nominal de alimentación, porque una operación fuera de rango, puede causar adelantos o retrasos en el encendido-apagado.

Todas las fotoceldas deben orientarse adecuadamente dirigiendo la marca de "norte" al norte geográfico.

Es conveniente que las fotoceldas cuenten con un dispositivo (apartarrayos) para protección contra las descargas eléctricas atmosféricas.

Las fotoceldas de tipo económico, normalmente cuentan con dispositivos de vida limitada para protección de dichas descargas.

Se sugiere la utilización de fotoceldas (fotointerruptores) que tengan incorporado un apartarrayos que proporcione protección aun cuando su costo sea mayor.

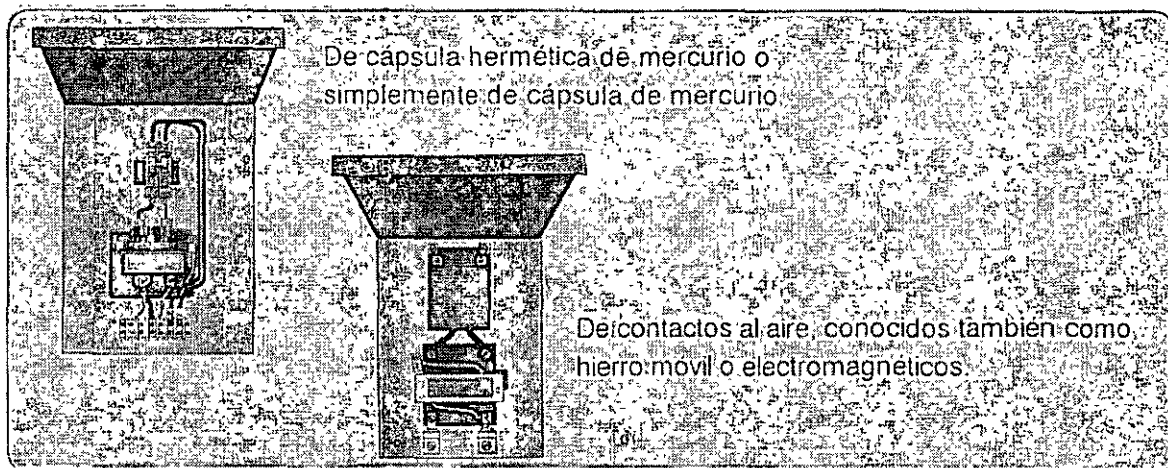
(1) Existen adicionalmente las operadas magnéticamente.

CORTESIA DE

FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA DEL SECTOR ELECTRICO

B. COMBINACION DE INTERRUPTOR-CONTACTOR DE ALUMBRADO PUBLICO

Existen 2 tipos de interruptor-contactador:



Ambos tipos de combinación de interruptor-contactador constan de interruptores termomagnéticos y un contactador, alojados en la misma caja.

CARACTERISTICAS							
	Vida útil	Ruido	Soprote a sobrecarga	Necesidad de mantenimiento	Operación en ambiente contaminante	Disponibilidad en el mercado	Precauciones
CAPSULA DE MERCURIO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	MUY BUENO	REGULAR	NOTA 1
CONTACTOS AL AIRE O ELECTROMAGNETICOS	MEDIO	DE MEDIO A ALTO	MEDIO	MEDIO	BUENO	ALTA	NINGUNA

NOTA (1). No reestablecer inmediatamente el interruptor termomagnético, cuando exista falla en el circuito y se haya disparado éste, sin antes corregir la falla y esperar al menos 20 minutos a que la capsula se enfríe.

La capacidad de la combinación interruptor-contactador debe seleccionarse de acuerdo a la siguiente tabla:

CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR-CONTACTADOR (Amp)	No. MAXIMO RECOMENDADO DE LUMINARIAS A CONECTAR		
	70 w	100 w	150 w
2 X 30	40	30	20
2 X 35	40	30	20
2 X 40	---	35	22
2 X 50	---	---	25

Las recomendaciones de la tabla son sólo aplicables para balastos tipo auto-regulado con tensión de alimentación de 220 V.

Se recomienda que el tipo de caja a utilizar en el interruptor-contactador sea el tipo Nema 3R o Nema 4R (a prueba de lluvia).

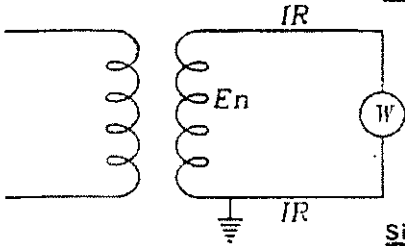
CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE EN AMPERES EN ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLASTICO									
CALIBRE MCM AWG	TERMOPLASTICO NORMAL				TERMOPLASTICO ESPECIAL				
	TIPO TW (60° C) No. DE CONDUCTORES EN:				TIPO TW (75° C) No. DE CONDUCTORES EN:				
	AIRE	TUBO CONDUIT			AIRE	TUBO CONDUIT			
	1	1 A 3	4 A 6	7 A 9	1	1 A 3	4 A 6	7 A 9	
500	515	320	256	224	620	380	304	266	
400	455	280	224	196	545	335	268	234	
350	420	260	203	182	505	310	248	217	
300	375	240	192	168	445	285	228	199	
250	340	215	172	150	405	255	204	178	
4/0	300	195	156	136	360	230	184	161	
3/0	260	165	132	115	310	200	160	140	
2/0	225	145	116	101	265	175	140	122	
1/0	195	125	100	87	230	150	120	105	
1	165	110	88	76	200	130	105	92	
2	140	95	76	66	170	115	92	80	
4	105	70	56	49	125	85	68	59	
6	80	55	44	38	95	65	52	45	
8	55	40	32	28	85	45	36	31	
10	40	30	24	21	40	30	24	21	
12	25	20	16	14	25	20	16	14	
14	20	16	12	10	20	15	12	10	

FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE SUPERIOR A 30° C									
TEMPERATURA		Multiplique los valores de corriente por:							
°C	°F								
40	104	0.82	0.82	0.82	0.82	0.88	0.88	0.88	0.88
45	113	0.71	0.71	0.71	0.71	0.82	0.82	0.82	0.82
50	122	0.58	0.58	0.58	0.58	0.75	0.75	0.75	0.75
55	131	0.41	0.41	0.41	0.41	0.67	0.67	0.67	0.67
60	140					0.58	0.58	0.58	0.58

CARACTERISTICAS DE CABLES CONDUCTORES DE COBRE		
	CALIBRE MCM y AWG	SECCION TRANSVER. SAL mm ²
C	1500	760 1
	1250	633 3
	1000	506.7
	750	380
A	600	304 1
	500	253.3
	400	202 7
B	350	177.4
	300	152
	250	125 7
L	4/0	107.2
	3/0	85
	2/0	64.7
E	1/0	53 5
	2	33 6
	4	21 15
S	6	13 3
	8	8.37
	10	5.26
	12	3.31
	14	2.08
	16	1.308
ALAMBRE	18	0.823
	10	5 26
	12	3 31
	14	2.08
	16	1 308
	18	0.823

DIMENSIONES DE TUBO CONDUIT					
DIMENSIONES		DIAMETRO INTERIOR		AREA INTERIOR	
PULGADAS	mm	Ø mm	PULGADAS	mm ²	puig ²
1/2	13	15.80	0.622	193.55	0.30
3/4	19	20.95	0.824	341.93	0.53
1	25	26.65	1.049	554.84	0.86
1 1/4	32	35.05	1.380	967.74	1.50
1 1/2	38	40.90	1.610	1316.13	2.04
2	51	52.50	2.067	2167.74	3.36
2 1/2	63	62.71	2.469	3090.32	4.79
3	76	77.93	3.068	4761.28	7.38
3 1/2	89	90.12	3.548	6387.08	9.90
4	102	102.26	4.026	8206.44	12.72

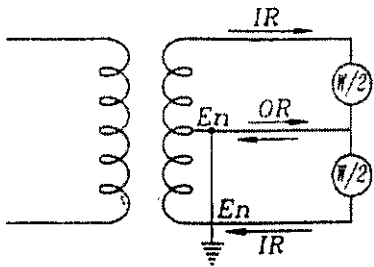
Sistema Monofásico 2 hilos



$$W = E_n I \cos \phi$$

$$S = \frac{4 L I}{E_n e}$$

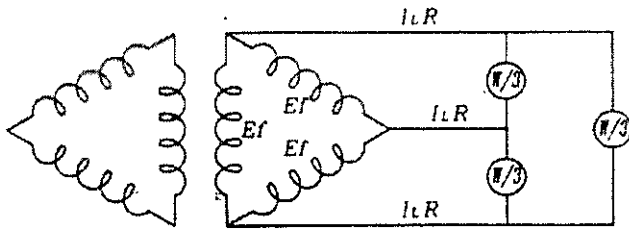
Sistema Monofásico 3 hilos



$$W = 2 E_n I \cos \phi$$

$$S = \frac{2 L I}{E_n e}$$

Sistema Trifásico 3 hilos



$$I_L = \sqrt{3} I_f$$

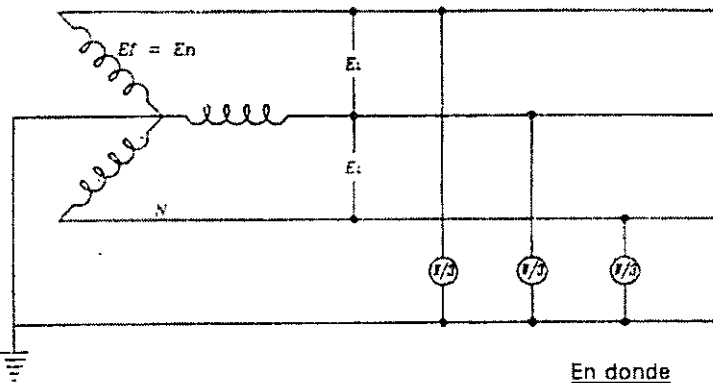
$$E_L = E_f$$

$$W_T = \sqrt{3} E_L I_L \cos \phi = 3 W_{\text{fase}}$$

$$W_{\text{fase}} = E_f I_f \cos \phi$$

$$S = \frac{2 \sqrt{3} L I}{E_L e}$$

Sistema Trifásico 4 hilos



$$W_T = \sqrt{3} E_L I_L \cos \phi = 3 E_n I_f \cos \phi$$

$$W_{\text{fase}} = E_f I_f \cos \phi$$

$$S = \frac{2 L I}{E_n e}$$

En donde

$$e = \text{Caída de tensión en \%} = \frac{100 \% e_n}{E_n} = \frac{100 \% e_l}{E_l}$$

e_n = Caída de tensión entre línea y neutro.

e_l = Caída de tensión entre líneas.

$E_n = E_f$ = Tensión entre líneas o línea y neutro.

E_l = Tensión entre líneas

I_L = Corriente de línea en amperes

L = Longitud de la línea en metros.

S = Sección del conductor desnudo en mm^2 .

I = Corriente del conductor en amperes.

W = Potencia en Watts.

CAÍDA DE TENSIÓN

Para hacer una leve introducción de lo que representa la caída de tensión en un circuito eléctrico, comenzaremos por recordar algunos principios básicos y conceptos fundamentales, cuando circula una corriente eléctrica a través de un conductor siempre tendrá que vencer una resistencia eléctrica que se le va presentando a su paso, esta resistencia es directamente proporcional a la distancia por recorrer, es decir a mayor distancia mayor será la resistencia, ya sea para un circuito trifásico o monofásico.

Esta situación se puede comparar a un circuito de agua, la cual circula a través de una tubería a cierta presión, a la entrada la presión es grande, pero a la salida ya disminuyó mucho debido a que en su recorrido, la tubería por mas lisa que esté, de cualquier manera representa una fricción que el agua tiene que vencer.

Este fenómeno eléctrico se puede comprobar fácilmente, cuando medimos la tensión en el tablero de distribución o en el interruptor general de un alumbrado público y la comparamos con la tensión que están recibiendo la luminarias notándose que es menor que la inicial y mucho menor cuando nos alejamos del centro de control.

Para poder calcularlo tenemos que apoyarnos en dos fórmulas fundamentales:

$$\text{La ley de ohm} \quad I = \frac{V}{R} \quad \Rightarrow e = R I$$

I = corriente eléctrica V = tensión aplicada R = resistencia e = caída de tensión

La corriente que circula por un conductor, es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a su resistencia.

$$\text{Concepto de resistividad} \quad R = \rho L / a$$

R = resistencia L = a su longitud a = sección o área ρ = resistividad del material

La resistividad de un conductor, es directamente proporcional a la resistividad del mismo, y a su longitud, e inversamente proporcional a su sección o área. Siendo la resistividad del cobre de 0.0175 Ω mm / m una propiedad del material.

Normativamente, únicamente se debe aceptar un 3% como caída de tensión máxima en un circuito eléctrico, con el objeto de que las luminarias o equipos conectados a el funcionen satisfactoriamente.

Por ejemplo si se conectaran a:

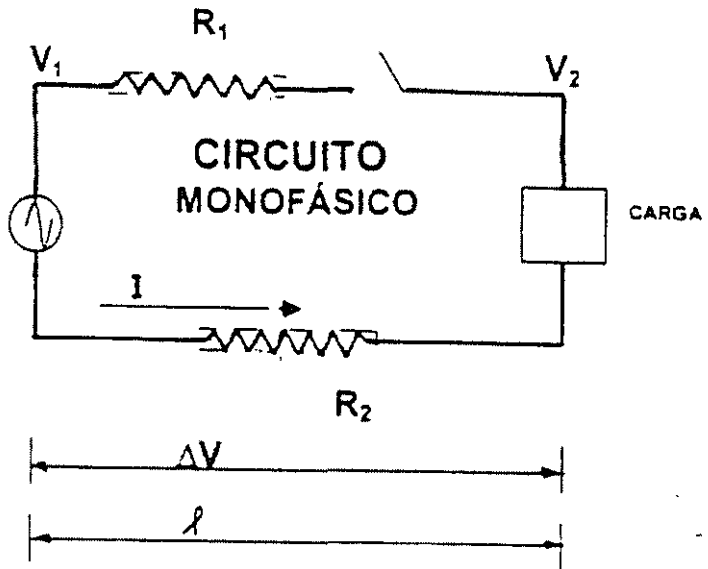
127 volts se aceptan	123 volts mínimo
220 volts se aceptan	213 volts mínimo

CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$



$$\Delta V = RI = \rho \frac{l}{s} I$$

Pero $R_1 = R_2$

En función de la tensión inicial

$$\Delta V = 2 \rho \frac{l}{s} I$$

$$e \% = \frac{100 \Delta V}{V_1}$$

$$= 100 \times 2 \times 0.00175 \frac{l I}{V_1 s}$$

Si V_1 ----- 100 %
 ΔV ----- e %

$$e \% = \frac{3.5 l I}{V_1 s}$$

$$\rho_{20^\circ} = 0.0175 \left[\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right] \text{CONSTANTE}$$

Cuando proyectamos un sistema de alumbrado por ejemplo para una avenida y al calcular el conductor por capacidad de conducción, no nos responde por caída de tensión, lo que procede es despejar de la fórmula antes mencionada, la sección o área y aplicar los demás parámetros hasta recalcularla.

$$S = \frac{3.5 LT}{V e \%}$$

Y de esta manera corregir la sección del conductor para que cumpla con la norma

Para poner a prueba los conceptos vertidos, se me ocurre proponer un ejemplo para el uso de los mismos y apoyarnos con las fórmulas propuestas.

En un kilómetro de avenida, instalarán 20 luminarias vapor de sodio de 400 watts a 220 volts, calcular el calibre del conductor de tal forma que pase la norma del 3% de caída de tensión, es decir que por lo menos la más alejada reciba 213 volts.

Primero tenemos que calcular la carga total y por consiguiente su corriente:

$$\text{Potencia} = V \cdot I \cdot \cos. \varphi \cdot \eta \Rightarrow$$

$$I = 400 / (220 \cdot 0.9 \cdot 0.8) = 2.5 \text{ amps/lamp.}$$

$$\text{Para las 20 lamparas } I = 20 \cdot 2.5 = 50 \text{ amps.}$$

De conformidad con las tablas para un-conductora 90°C su sección es 8.367 mm² (8)

Pero en un km. de distancia hay una gran caída de tensión.

$$\text{Aplicando la fórmula } e\% = 3.5 \times 500 \times 50 / (220 \times 8.367) = 47.5\% \text{ altísima}$$

$$\text{Recalculando } S = 3.5 \times 500 \times 25 / (220 \times 3) = 66.29 \text{ mm}^2$$

Seleccionando en la tabla 310-13 de la norma la sección más próxima a lo calculado resulta ser 67.43 mm (2/0) AWG

Para la selección se tomo únicamente la mitad de la distancia total y la mitad de la corriente total porque allí se encuentra el centro de gravedad.

COMPROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAÍDA DE TENSIÓN

DISTANCIA	CORRIENTE	e %
50	50	0.589
100	47.5	1.121
150	45.0	1.592
200	42.5	2.005
250	40.0	2.359
300	37.5	2.654
350	35.0	2.889
400	32.5	3.066
450	30.0	3.184
500	27.5	3.243
550	25.0	3.243
600	22.5	3.184
650	20.0	3.066
700	17.5	2.889
750	15.0	2.654
800	12.5	2.359
850	10.0	2.005
900	7.5	1.592
950	5.0	1.121
1000	2.5	0.589

Para cada uno de los cálculos de la tabla se utilizó la fórmula de la caída de tensión e%

Pero por facilidad se redujo a:

$$e\% = 0.00023593489 \times L \times I$$

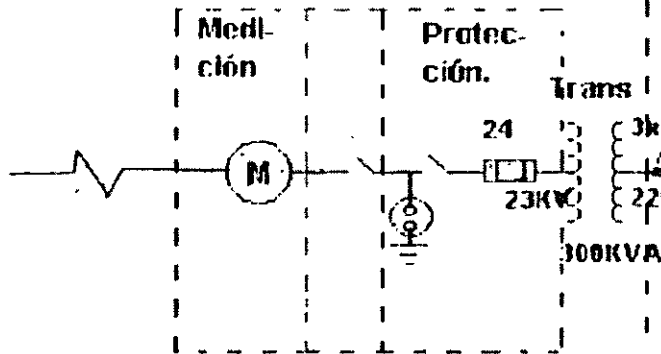
al revisar cada uno de ellos se nota que al llegar a la mitad se encuentra el mayor e inclusive se repite para nuestro caso dio 3.243% que puede ser tolerable.

Pero si quisiéramos no sobrepasar el 3% lo único que debemos hacer es cablear con un calibre mayor.

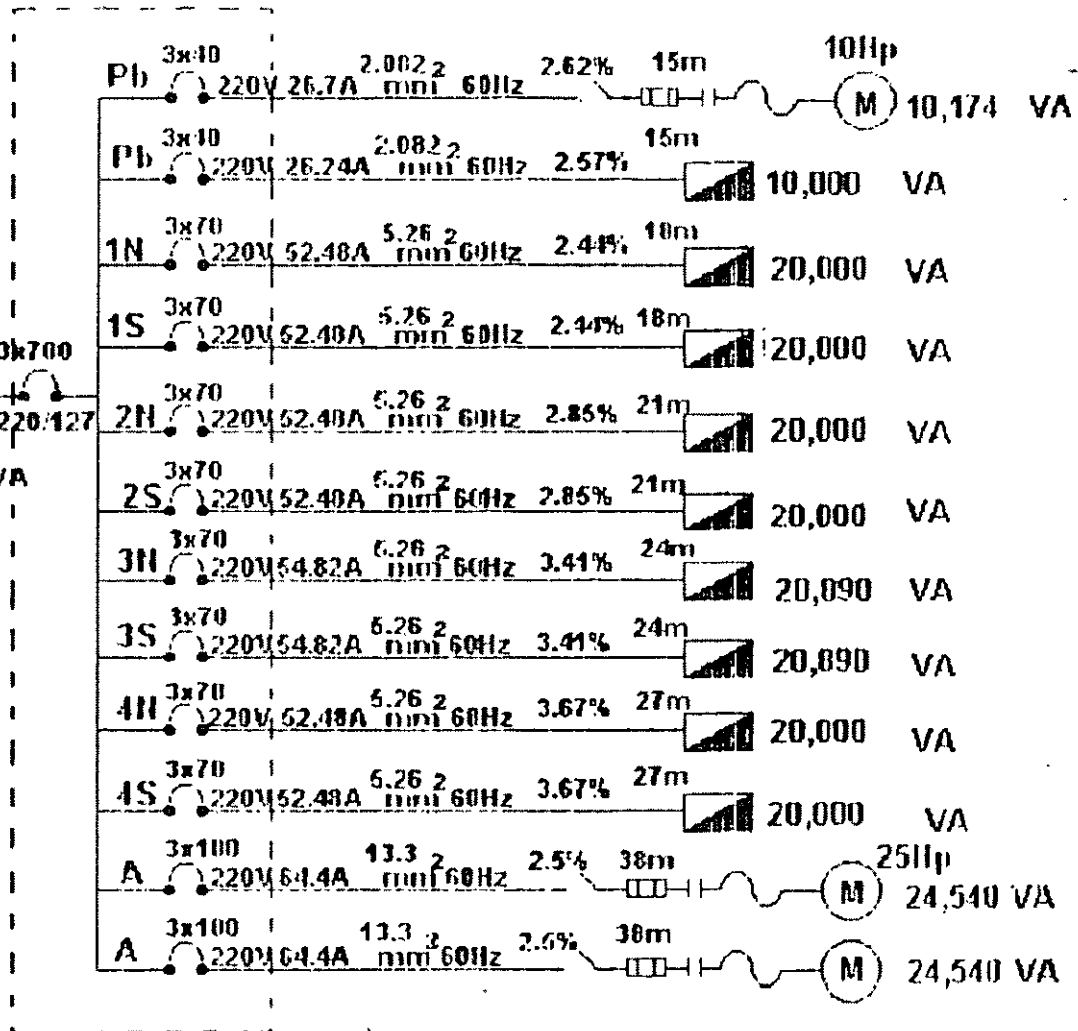
Es decir con 85.01mm^2 (3/0) AWG

Comprobando con la fórmula para el caso mas extremo:

$$e\% = 3.5 \times 500 \times 27.5 / 220 \times 85.01 = 2.57\% \text{ para la mayor}$$



702411665 - 1E2 -



Area de la sección transversal mm ² (AWG - kCM)	Temperaturas máximas de operación (Véase Tabla 310 - 13).					
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
	TIPOS TW* UF*	TIPOS RHW*, THW* THHW*, THW-LS THHW-LS THWN*, XHHW* USE*	TIPOS SA, SIS, FEP* FEPB*, RHH* RHW-2, THW-2 THHW* THHW-LS, TT THWN-2, THHN* USE-2, XHHW* XHHW-2	TIPOS TW* UF*	TIPOS RHW*, THW* THHW*, THW-LS THHW-LS THWN*, XHHW* USE*	TIPOS SA, SIS RHH*, RHW-2 THW-2, THHW* THHW-LS THWN-2, THHN* USE-2, XHHW* XHHW-2
0.8235 (18)	....	....	14	....	....	....
1.307 (16)	....	....	18	....	....	....
2.082 (14)	20*	20*	25*	....	....	....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8.367 (8)	40	50	55	30	40	45
13.30 (6)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42.41 (1)	110	130	150	85	100	115
53.48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67.43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85.01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107.2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126.7 (250)	215	255	290	170	205	230
152.0 (300)	240	285	320	190	230	255
177.3 (350)	260	310	350	210	250	280
202.7 (400)	280	335	380	225	270	305
253.4 (500)	320	380	430	260	310	350
304.0 (600)	355	420	475	285	340	385
380.0 (750)	400	475	535	320	385	435
506.7 (1 000)	455	545	615	375	445	500

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2 000 V, 60 °C a °C. No más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30 °C

Área de la sección transversal mm ² (AWG -kCM)	Temperaturas máximas de operación (Véase Tabla 310 - 13).					
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
	TIPOS TW* UF*	TIPOS RHW*, THW* THHW*, THW-LS THHW-LS THWN*, XHHW* USE*	TIPOS SA, SIS, FEP* FEPB*, RHH* RHW-2, THW-2 THHW* THHW-LS, TT THWN-2, THHN* USE-2, XHHW* XHHW-2	TIPOS TW* UF*	TIPOS RHW*, THW* THHW*, THW-LS THHW-LS THWN*, XHHW* USE*	TIPOS SA, SIS RHH*, RHW-2 THW-2, THHW* THHW-LS THWN-2, THHN* USE-2, XHHW* XHHW-2
C O B R E			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0.8235 (18)	....	....	14	....	....	....
1.307 (16)	....	....	18	....	....	....
2.082 (14)	20*	20*	25*	....	....	....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8.367 (8)	40	50	55	30	40	45
13.30 (6)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42.41 (1)	110	130	150	85	100	115
1.48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67.43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85.01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107.2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126.7 (250)	215	255	290	170	205	230
152.0 (300)	240	285	320	190	230	255
177.3 (350)	260	310	350	210	250	280
202.0 (400)	280	335	380	225	270	305
— (500)	320	380	430	260	310	350
— (600)	355	420	475	285	340	385
— (750)	400	475	535	320	385	435
506.7 (1 000)	455	545	615	375	445	500
Factores de corrección						

Tabla 430.150 Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

kW	(C.P.)	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (A)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)		
		220 V	440 V	2 400 V	220 V	440 V	2 400 V
.373 466	(1/2)	2.1	1.0				
.560 760	(3/4)	2.5	1.5				
.746	(1)	3.8	1.9				
1.119	(1 1/2)	5.4	2.7				
1.49	(2)	7.1	3.6				
2.23	(3)	10.0	5.0				
3.73	(5)	15.9	7.9				
5.60	(7 1/2)	23.0	11.0				
7.46	(10)	29.0	15.0				
11.19	(15)	44.0	22.0				
14.92	(20)	56.0	28.0				
18.65	(25)	71.0	36.0		54	27	
22.38	(30)	84.0	42.0		65	33	
29.84	(40)	109.0	54.0		86	43	
37.3	(50)	136.0	68.0		108	54	
44.76	(60)	161.0	80.0	15	128	64	11
55.95	(75)	201.0	100.0	19	161	81	14
74.60	(100)	259.0	130.0	25	211	106	19
93.25	(125)	326.0	163.0	30	264	132	24
119.90	(150)	376.0	188.0	35	-	158	29
149.20	(200)	502.0	251.0	47	-	210	38

Capacidad de conducción nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc No mayor en amperes	<u>Sección transversal</u>		<u>Sección transversal</u>	
	Cobre		Aluminio	
	mm ²	AWG KMC	mm ²	AWG KMC
15	2.082	14	3.307	12
20	3.307	12	5.260	10
30	5.260	10	8.367	8
40	5.260	10	8.367	8
60	5.260	10	8.367	8
100	8.367	8	13.30	6
200	13.30	6	21.15	4
300	21.15	4	33.62	2
400	27.67	3	42.41	1
500	33.62	2	53.48	1-0
600	42.41	1	67.43	2-0
800	53.48	1-0	85.01	3-0
1000	67.43	12-0	107.2	4-0
1200	85.01	3-0	126.7	250

Tabla 3A. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería
(Basado en la Tabla 1, Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm ² (AWG)		Diámetro nominal del tubo mm											
			13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THW	2.082	(14)	9	15	25	24	60	99	142					
THW-LS	3.307	(12)	7	12	19	35	47	78	111	171				
THHW	5.260	(10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176			
XHHW	8.367	(8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108		
RHW	2.082	(14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192			
RHH	3.307	(12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157			
	5.260	(10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163		
	8.367	(8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133	
THW	13.30	(6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141
	21.15	(4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106
THW-LS	33.62	(2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78
	53.48	(1/0)		1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49
THHW	67.43	(2/0)		1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41
	85.01	(3/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
RHW y	107.20	(4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
RHH	126.70	(250)			1	1	1	2	4	6	8	10	16	23
(Sin cubierta)	152.00	(300)			1	1	1	2	3	5	7	9	14	20
	177.30	(350)				1	1	1	3	4	6	8	12	18
	202.70	(400)				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	253.40	(500)				1	1	1	1	3	4	6	9	14
	380.00	(750)					1	1	1	2	3	4	6	9

Nota. Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal.

EJEMPLO DE MEMORIA DE CÁLCULO PARA INSTALACIÓN EN ALUMBRADO PÚBLICO

RELACIÓN DE CARGA PARA EL TRANSFORMADOR No1

40 POSTES DE 2 LUMINARIOS DE 150 W HPS + [1.15 DE PERDIDAS POR BALASTRA]

150 W [0.15] = 172.5 W TOTALES

80 LUMINARIAS 172.5 W

[80] (172.5) = 13.800 Kw F.P. = 0.9 ESTIMADO

F.P. = POT. ACTIVA/POT. APARENTE

POT. APARENTE = POT. ACTIVA/F.P.

[Kva = 13.800/0.9 = 15.333 Kva

I TOTAL X LUM = 1.25 A CONDUCTOR CALIBRE 8 CON UNA CAPACIDAD 45 A EN TUBERÍA

DIP = 50 M

2 LUM POR POSTE ILUMINARIO COMPUESTO 150 W + [15% BALASTRO]

H.P- 1.15

220 V 0.6 FAC DE DEM.

DEM. MAX. = (13800) (0.6)/1.15 = 7200 W

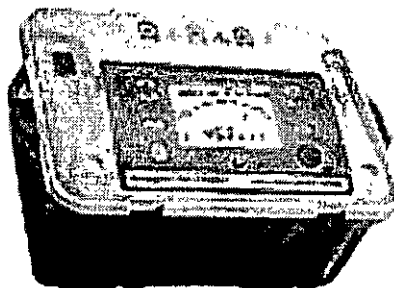
TRANSFORMADOR = 7200 W/0.9 = 8000 Kva = 15 kVA

Tema 6

Procedimientos para Mediciones en Campo

SE CAPACITARA Y ADIESTRARA A LOS PARTICIPANTES EN EL USO Y MANEJO DE:

- MEGGER
-
- LUXOMETRO



LUXOMETRO IN08581



Características:

- Resistente al agua
- Función Hold (retener)
- La función apagado automático puede ser desactivada para facilitar el período de monitoreo
- Alimentación: 2 x CR2032

Especificaciones:

- Rango:
- 0.01 lux hasta 20000 lux
- 0.001 fc hasta 2000fc
- Resolución:
- 0.01 para lux
- 0.001 para fc

Tema 7

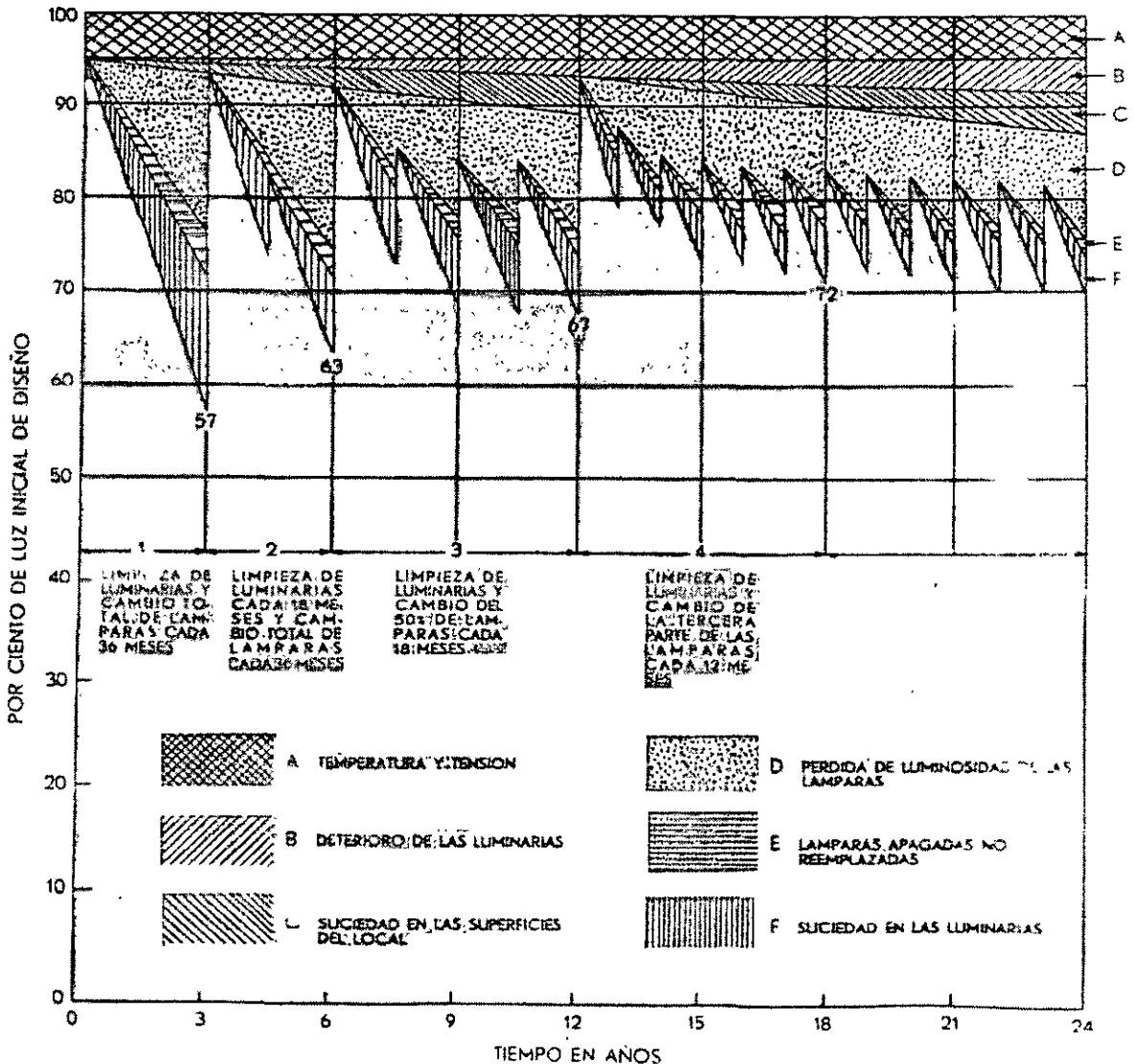
Identificación de Fallas en el Campo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

En la elaboración del programa de mantenimiento deben tomarse en cuenta los factores que afectan el nivel de iluminación, tales como: Tensión de la línea, Deterioro de la Luminaria, Acumulación de suciedad en las superficies del local, lámparas fundidas, pérdida de luminosidad de las lámparas, acumulación de suciedad en las luminarias.

Los efectos de cada uno de estos factores varían de acuerdo a los condiciones ambientales de cada local en particular por lo que deberá determinarse (o estimarse) la influencia de cada uno de ellos para proceder a elaborar el plan de mantenimiento.

En la siguiente grafica se da una idea del significado de cada uno de estos factores y se muestran cuatro sistemas de mantenimiento. Desde luego esta grafica es para un tipo específico de lámparas y de luminarias, sin embargo, puede considerarse aplicable a cualquier tipo de alumbrado cambiando eje del tiempo.



PROBLEMA	CAUSA POSIBLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
I LÁMPARAS QUE NO ENCIENDEN	Balastro defectuoso en cortocircuito.	Un balastro en cortocircuito causa generalmente la rotura en los sellos del tubo de arco, con un ennegrecimiento indicativo en el área de sellado. La condición de corto circuito puede presentarse debido a que los capacitores, los conductores de alimentación de la lámpara o las bobinas del balastro se encuentran en corto circuito.
	Lámpara en posición de operación impropia (aditivos metálicos "Metalarc" solamente)	La posición de operación deberá estar de acuerdo con lo indicado en la lámpara. Una lámpara BU-HOR puede ser operada base arriba vertical incluyendo la horizontal y una BD puede ser operada base abajo vertical hasta acercarse pero sin incluir la horizontal. Una lámpara operada fuera de las especificaciones indicadas puede no arrancar. En caso de que la lámpara arranque, el comportamiento de la misma será diferente al especificado.
	Las lámparas han estado operando insuficiente tiempo de enfriamiento (reencendido)	Toda lámpara de descarga de alta intensidad (H.I.D.) requiere de un periodo para reestablecer las condiciones de arranque óptimas, cuando existe una interrupción momentánea en la línea de alimentación, después de que las lámparas han estado operando. Las lámparas desnudas de vapor de mercurio y las lámparas de aditivos metálicos requieren de 4 a 8 minutos para enfriarse. Las lámparas de vapor de sodio de alta presión, requieren para enfriarse de aproximadamente 1 minuto antes del reencendido. Las lámparas Unalux requieren de 3 o 4 minutos. En una luminaria, el tiempo de reencendido varía de acuerdo a la temperatura ambiente y las corrientes de aire existentes. El tiempo real para enfriarse y establecer las condiciones de arranque puede llegar a ser hasta 20 minutos, para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos en luminarias cerradas.
	Alto voltaje de reencendido (aditivos metálicos "Metalarc" solamente)	Esta condición es particular de las lámparas de aditivos metálicos "Metalarc" y no se requiere en las lámparas de vapor de mercurio. Si el voltaje de alimentación a una lámpara de aditivos metálicos se interrumpe durante el periodo de calentamiento, el subsecuente voltaje de reencendido (voltaje requerido para reencender la lámpara) puede ser mayor que el voltaje requerido para operar una lámpara que ha logrado su estabilización (cerca de su completa emisión luminica) que se encuentra a la temperatura normal del local.
	Balastro impropio para las condiciones de operación de la lámpara.	En condiciones de bajas temperaturas, el balastro no puede suministrar el suficiente voltaje de arranque a la lámpara por ejemplo a -20° F, las especificaciones ANSI establecen que el 90% de las lámparas deben encender cuando el voltaje apropiado de la lámpara se encuentra disponible. Un balastro tipo reactor para 240 volts podría arrancar satisfactoriamente una lámpara de vapor de mercurio o Unalux a - 20° F el mismo problema puede existir a muy alta temperatura. Los balastos diseñados para interiores que se instalan en interiores pero que se conectan a lámparas que están instaladas en exteriores podrían no arrancar la lámpara. No existe suficiente voltaje en el secundario.

		<p>A menudo el. Procedimiento más simple es el probar la lámpara en una luminaria adyacente que sabemos ha estado operando satisfactoriamente y entonces reemplazarla si es necesario. Recordemos que en balastos tipo serie, la lámpara adyacente se extinguiría si una de ellas se removiera.</p>
<p>I LÁMPARAS QUE NO ENCIENDEN (continua)</p>	<p>Lámpara floja en el portalámparas Inserción y colocación impropia</p>	<p>Inspeccione la base de la lámpara para ver si existe alguna indicación de arqueo en el centro del botón. Apriétese la lámpara, para colocarla firmemente. Si la base está deformada y no se puede colocar apropiadamente, reemplace la lámpara.</p>
	<p>Control fotoeléctrico inoperante</p>	<p>Reemplace el control fotoeléctrico (compruébese cubriendo la fotocelda para impedir el paso de la luz mientras se le aplica energía a la luminaria).</p>
	<p>Alambrado defectuoso o impropio</p>	<p>Examine el alambrado para asegurarse de que está de acuerdo con el diagrama del balastro Examine el alambrado de la línea de alimentación al balastro y del balastro al portalámparas para establecer continuidad. Asegúrese de que las conexiones estén bien hechas. Un conductor de diámetro pequeño puede dar como resultado un bajo voltaje. Repare el circuito.</p>
	<p>Voltaje bajo en la luminaria</p>	<p>Verifique el voltaje de alimentación del balastro Para la mayoría de los balastos este valor debe de estar entre 10% del valor nominal. En muchos tipos de sistema de distribución al incrementar la carga o la demanda, decrece el voltaje disponible en el primario del balastro. Por lo tanto en forma ideal la revisión deberá de efectuarse con carga completa. Si el balastro cuenta con derivaciones, se deberá seleccionar la derivación de acuerdo con el voltaje de alimentación medido en el balastro Incrementese el voltaje de alimentación si es posible o bien mueva la derivación a la siguiente posición.</p>
	<p>Balastro impropio</p>	<p>Un balastro apropiado es vital para tener una operación confiable. Cualquier lámpara de descarga de Alta intensidad (H.I.D.) tendrá una operación errática o fallará al arrancar cuando se opere con un balastro inadecuado. Asegúrese de que las especificaciones del balastro estén de acuerdo con el voltaje de línea y de lámpara. Frecuentemente un balastro inadecuado causará que la lámpara falle prematuramente. Nota: Las lámparas de Vapor de Mercurio del mismo vatiaje operarán apropiadamente en balastos diseñados para lámparas Metalarc. Sin embargo, los requerimientos de alto voltaje de arranque y la forma de onda de corriente requerida por la lámpara Metalarc hace imposible el operar estas lámparas en forma confiable con balastos de Vapor de Mercurio. Excepto en el caso de las lámparas Metalarc Swingline las cuales operarán en luminarias con balastos para lámparas de Vapor de Mercurio del tipo CW ó CWA Un circuito especial interconstruido en la lámpara Metalarc Swingline, aumentará el voltaje de circuito abierto del balastro de Vapor de Mercurio permitiendo el arranque. Las lámparas Unalux operan con balastos de Vapor de Mercurio de tipo en atraso.</p>
<p>Fin normal de la vida del balastro</p>	<p>La apariencia del balastro nos pueda dar un indicio de si el balastro esta o no en condiciones de trabajar. Si el balastro esta carbonizado esto nos indica que ha estado sujeto a un calentamiento excesivo. Si los capacitadotes están deformados también nos indican que existen problemas. Utilícese un</p>	

		<p>probador apropiado de continuidad amperímetro y voltímetro. Frecuentemente el proceso de falla de un balastro empieza con la falla en el capacitor, con el consecuente bajo factor de potencia y alta corriente dándose un sobrecalentamiento en los devanados de los que ventualmente producirá la falla en el mismo.</p>
<p>I LÁMPARAS QUE NO ENCIENDEN (continua)</p>	<p>Ingnitor defectuoso (lámparas de Vapor de Sodio de alta presión solamente)</p>	<p>Las lámparas de Vapor de Sodio de alta presión dependen de un circuito eléctrico de arranque (ignitor) que provee el pulso de alto voltaje de la lámpara. Si el pulso no se genera o está debajo de las especificaciones, la lámpara fallará en el arranque. Si el ignitor proporciona valores debajo de los especificados inicialmente puede arrancar la lámpara pero fallará en arranques subsiguientes, ya que el voltaje de arranque requerido por la lámpara puede incrementarse durante cortos periodos, mientras la lámpara se encuentra en su periodo de maduración. El voltaje de arranque será inferior al voltaje máximo permisible, pero esta puede exceder el voltaje suministrado por el ignitor si está debajo de los valores especificados.</p>
	<p>Incompatibilidad del ignitor</p>	<p>El diseño de los balastos e ignitores requieren que los 2 componentes sean compatibles para proveer el pulso de arranque de nivel apropiado. Un bajo pulso no arrancará la lámpara, un alto pulso causará una destrucción de los componentes del balastro o el circuito del ignitor.</p>
	<p>Lámpara defectuosa tubo de arco agrietado. Electrólisis en el cátodo o en el conductor de molibdeno. Devitrificación del cuarzo. Diodo abierto. Malas soldaduras. Diodo o bimetalen cortocircuito. Fuga de Sodio.</p>	<p>Reemplace la lámpara. Nota: el agrietamiento en el tubo de arco en las lámparas de Vapor de Mercurio y Metalarc se puede determinar por el chispeo en la base con una bobina de alto voltaje (Tesla). El tubo de arco no encenderá. El corto circuito en el diodo se puede determinar usando un ohmetro. Las fugas de Sodio en el tubo de arco se pueden identificar por el chispeo en la base con una bobina de alto voltaje (Tesla). El tubo exterior brillará. El tubo de arco puede no brillar. Todos los demás defectos se pueden determinar por inspección visual de la lámpara.</p>
<p>II CORTA VIDA DE LÁMPARA</p>	<p>Lámpara físicamente dañada. Bulbo exterior agrietado.</p>	<p>Investigue la posibilidad de daño del bulbo exterior por manejo o transportación que puede haber roto el vidrio. Si el aire entra al bulbo exterior, el tubo de arco puede continuar trabajando aproximadamente 100 horas antes de que se produzca la falla. Revise si el bulbo está roto donde se une a la base debido a la fuerte presión en el momento de colocarla en el portalámparas o si existen ralladuras producidas inadvertidamente por el portalámparas. Obsérvese si el tubo de arco no está roto o existe alguna parte de metal desprendida. Reemplace la lámpara. El bulbo roto causará la oxidación de las partes metálicas. En lámparas de vapor de Sodio de alta presión el depósito de material oscuro cerca del cuello del bulbo se volverá blanco o desaparecerá.</p>
	<p>Balastro erróneo</p>	<p>Asegúrese que los datos del balastro estén de acuerdo con el voltaje de alimentación y la lámpara usada. La lámpara de Vapor de Mercurio de 1000 vatios se fabrica en los tipos H-34 (alta corriente) y la H-36 (en baja corriente). Si el balastro para la lámpara H-34 se usa con la lámpara H-36 o viceversa, la vida</p>

		<p>de la lámpara se afectará. Deberá de usarse el balastro adecuado a la lámpara. Una mala compaginación puede destruir el balastro. Una situación similar existe con las lámparas de Vapor de Sodio de alta presión S-55, S-56 y S-63 de 150 vatios.</p>
<p>III PARPADEO DE LA LÁMPARA, LA LÁMPARA SE APAGA (PUEDE SER UNA PARPADEO INTERMITENTE O CÍCLICO, DANDO COMO RESULTADO QUE LA LÁMPARA ENCIENDA Y DESPUÉS DE APAGUE)</p>	<p>Balastro erróneo</p>	<p>Con lámparas de Vapor de Mercurio, un balastro inadecuado causará un parpadeo o una operación errática. Con lámparas de Aditivos Metálicos, el efecto se notará generalmente en el periodo de arranque cuando la lámpara enciende, empezando su periodo de calentamiento y extinguiéndose (cicleo). Los anteriores problemas pueden causarse por inadecuado voltaje y relación de corriente proporcionado por el balastro. Una discontinuidad en el alumbrado puede causar el parpadeo. En ciertas circunstancias una lámpara nueva puede "cliclear". Usualmente después de 3 intentos por arrancar a intervalos de 30-60 segundos, la lámpara se estabiliza y operará satisfactoriamente. La lámpara Unalux y Metalarc Swingline deben operarse con los tipos de balastos especificados. La lámpara de Vapor de Sodio de alta presión clicleará si el balastro no proporciona el suficiente voltaje de circuito abierto para el sostenimiento de la lámpara. Este problema puede presentarse particularmente con las lámparas S-55 y S-56 de 150 vatios.</p>
	<p>Alto voltaje de operación de la lámpara Bajo voltaje de circuito abierto del balastro</p>	<p>Mida el voltaje de operación de la lámpara. Compruebe el Voltaje de circuito abierto del balastro. Reemplace cualquiera de los dos elementos según se requiera.</p>
	<p>Voltaje variable</p>	<p>Los motores de gran capacidad o máquinas de soldar conectadas a la línea, pueden causar parpadeo durante la operación. Se recomienda cambiar el sistema de alumbrado del circuito que alimenta tales máquinas. Conectar reguladores de voltaje. Asegúrese de que no existan falsos contactos o malas conexiones. Usar balastos de voltaje constante (CW) [no autotransformadores de voltaje constante (CWA)] que frecuentemente eliminan el problema.</p>
	<p>Alta descarga en la lámpara</p>	<p>El funcionamiento químico de una lámpara defectuosa algunas veces causa que la lámpara demande mayor voltaje del que el balastro puede suministrar, dando como resultado que la lámpara se extinga. La lámpara al enfriarse está sujeta a que el ciclo se repita. Reemplace la lámpara.</p>
	<p>Alta descarga en el balastro</p>	<p>El balastro puede proporcionar en el secundario un pico de voltaje de reignición, el cual causa que la lámpara ciclee. Compruebe con un osciloscopio. Reemplace el balastro cuando se requiera. Generalmente este problema se presenta con lámparas Metalarc Swingline</p>
	<p>Cicleo en lámparas de vapor de sodio de alta presión</p>	<p>Cuando esto sucede, la lámpara mostrará características de cicleo encendiéndose y apagándose. Lo anterior nos indica el fin de la vida normal de la lámpara. Reemplace la lámpara después de verificar el voltaje de circuito abierto del balastro con el voltaje de operación de la lámpara a su voltaje normal.</p>

<p>IV LÁMPARAS QUE ARRANCAN LENTAMENTE (EL ARCO NO SE FORMA CUANDO SE CIERRA EL CIRCUITO POR PRIMERA VEZ)</p>	<p>Arranque difícil</p>	<p>Una lámpara de arranque difícil es aquella que no arranca rápidamente. Esta podría tratar de encender por largos periodos destruyendo los cátodos. Se deberá reemplazar después de haber revisado el voltaje y el balastro.</p>
<p>V FUSIBLE FUNDIDO O CORTACIRCUITO ABIERTO DURANTE EL PERIODO DE ARRANQUE DE LA LÁMPARA</p>	<p>Sobrecarga en el circuito</p>	<p>Realumbrar para alojar en otro circuito la corriente de arranque/balastro. (Refiérase a la tabla 1 para seleccionar la capacidad del fusible, valores fuera del valor nominal y tipos).</p>
<p rowspan="3">VI LÁMPARA PRODUCE REDUCIDA EMISIÓN LUMÍNICA</p>	<p>Alta corriente transitoria</p>	<p>Puede ser causada por balastros tipo reactor o autotransformadores, los cuales consumen altas corrientes iniciales. Use dispositivos protectores en el circuito, incorporando elementos de acción retardada. Si estos elementos fallan cambie el balastro ya que sus características afectarán la vida de la lámpara (vea comentarios en el párrafo correspondiente a "fin de la vida normal del balastro").</p>
<p>Depreciación normal del flujo luminoso a través de sus horas de vida</p>	<p>Refiérase a las características de mantenimiento publicadas en boletines técnicos comparando la producción lumínica y las horas de encendido. Si la depreciación está dentro de los valores nominales publicados, reemplace la lámpara. Si no es el caso, investigue otras áreas (Boletín de Ingeniería Técnica 0-344, 0-346 y 0-348).</p>	
<p>Balastro incorrecto</p>	<p>Compruebe que los valores nominales del balastro mostrados en la placa coincidan con los valores nominales de la lámpara.</p>	
<p rowspan="3">VII EL TUBO DE ARCO SE ENNEGRECE O SE DEFORMA AL INICIO DE LAS HORAS DE VIDA EL TUBO DE ARCO PUEDE MOSTRAR INDICIOS DE</p>	<p>Voltaje incorrecto</p>	<p>Compruebe que el voltaje de alimentación del balastro y el voltaje seleccionado en la derivación del mismo coincidan. Si el balastro no cuenta con derivaciones, compruebe el rango del voltaje de alimentación al balastro. Revise las conexiones. Revise el contacto en el portalámparas. Use balastro tipo de voltaje constante (CW).</p>
<p>Valores de salida del balastro incorrectos</p>	<p>Compruebe los parámetros proporcionados por el balastro asegurándose que cumplan con los requerimientos de la lámpara. Si el voltaje y la corriente no se estabilizan en 5 ó 10 minutos; tiempo de calentamiento, los parámetros proporcionados por el balastro son incorrectos y se deberá efectuar un ajuste. Compruebe si el alambrado al capacitor es correcto.</p>	
<p>Acumulación de polvo</p>	<p>Efectúe limpieza de lámparas y luminarias. Establezca un programa de mantenimiento.</p>	
<p rowspan="2">VIII EL TUBO DE ARCO SE ENNEGRECE O SE DEFORMA AL INICIO DE LAS HORAS DE VIDA EL TUBO DE ARCO PUEDE MOSTRAR INDICIOS DE</p>	<p>Operación a sobrevoltaje</p>	<p>Compruebe la posibilidad de que la lámpara esté operando con un balastro diseñado para una lámpara de mayor potencia. Una operación con sobrevoltaje puede causar un ennegrecimiento prematuro. Compare los datos del balastro con los datos de la lámpara.</p>
<p>Excesiva corriente o voltaje</p>	<p>Compruebe el voltaje en el balastro. Verifique la posibilidad o existencia de un exceso de corriente o voltaje el cual puede dañar el tubo de arco en los sellos del mismo, o bien destruir los listones de conexión en</p>	
	<p>Capacitor (es) en cortocircuito</p>	<p>voltaje el cual puede dañar el tubo de arco en los sellos del mismo, o bien destruir los listones de conexión en</p>

CORTOCIRCUITO		el interior de la lámpara Compruebe si no existe un cortocircuito en el capacitor o capacitores y en tal caso reemplace el balastro
	Problema del reflector	El reflector puede concentrar energía en el tubo de arco Causando un sobrecalentamiento Los límites de la elevación de voltaje en la luminaria se indican en el Boletín de información Técnica 0-348. Si existe la sospecha, la luminaria, deberá de analizarse en un laboratorio.
	Operación a brillo parcial.	Sobre ciertas condiciones de operación de la lámpara y/o el balastro, la lámpara operará a una descarga parcial (resplandor azul tenue) condición que causará el ennegrecimiento del tubo de arco y corta vida. Reemplace la lámpara y verifique el balastro.
VIII LÁMPARA ROTA	Ralladuras en el brillo del bulbo	Posible falta de cuidado en el Manejo de la luminaria. En caso de utilizarse una herramienta para el cambio de lámparas, verifique el diámetro máximo para determinar si ésta no está causando ralladuras en el bulbo. Asegúrese de que el cuello del bulbo no hace contacto con el portalámparas.
	Colocación inadecuada	Coloque la lámpara hasta hacer un contacto firme, no fuerce demasiado la lámpara.
IX DIFERENCIA DE COLOR DE LÁMPARAS	Mantenimiento normal	Al envejecerse la lámpara existe un decremento normal en la emisión lumínica y en la brillantez, pero puede ocurrir adicionalmente un ligero cambio de color. Un sistema de mantenimiento con reemplazo individual, puede mostrar diferencias notables en el color de las lámparas. Un sistema de mantenimiento de reemplazo colectivo minimizará este problema.
	Color de lámpara erróneo	Compruebe los datos de las lámparas que parecen diferentes Reemplace la lámpara por el color correcto.
	Rango de tolerancia de manufactura	Todo proceso de manufactura requiere de tolerancias para la fabricación. Las ligeras diferencias en los colores de las lámparas pueden ser causadas por la variación en las cantidades de materiales en el tubo de arco. Lo anterior es particularmente notable en lámparas de Aditivos Metálicos, las cuales dependen para producir el color de varios yoduros metálicos Las variaciones en el color del fósforo están en relación con la composición del fósforo y el espesor del depósito. Usualmente, las variaciones de color que ocurren dentro de esos rangos, se detectan solamente cuando se tiene profundo conocimiento. Si las variaciones son notables consulte a su proveedor de lámparas. Adicional, el color se afecta por las variaciones de vatiaje Los vatios proporcionados a las lámparas de descarga de alta densidad pueden variar en $\pm 7.5\%$ de acruelo con las especificaciones ANSI. La intercambiabilidad de las lámparas pude minimizar la diferente apariencia de colores.
	Variaciones en luminarias.	Las variaciones en la superficie o acabado de los reflectores y/o lentes, pueden causar diferencia de color. Intercambie la lámpara para verificar la posible diferencia en luminarias. El polvo en las superficies de la luminaria puede crear diferencia en el color, de aquí la importancia de un mantenimiento adecuado.

ALUMBRADO PÚBLICO

	<p>Variaciones en el ambiente</p>	<p>En común con las variaciones en las luminarias, diferentes colores de techo, pisos y muebles, así como otras fuentes de iluminación en el área, pueden afectar la apariencia del color de la lámpara.</p>
	<p>Lámpara super Metalarc en portalámparas incorrectos</p>	<p>Las lámparas super Metalarc-horizontal cuentan con una base y un portalámparas especial que asegura la orientación apropiada del tubo de arco. Si la orientación del tubo de arco no es la correcta, la lámpara emitirá menos luz y la lámpara fallará rápidamente.</p>

Tema 8

Eficiencia Energética en una Instalación de Alumbrado Exterior

FUNDAMENTACION

En la actualidad, las constantes crisis energéticas y económicas mundiales con sus impactos negativos en los niveles de bienestar de los habitantes de los países, obligan a los gobiernos a diferir sus proyectos de construcción de centrales generadoras de energía eléctrica, y a impulsar programas de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica. Asimismo, la irreversible explosión demográfica que demanda cada vez mas servicios de energéticos primarios, derivados del petróleo, aunado a las grandes cantidades de hidrocarburos utilizados en la operación de las grandes centrales termoeléctricas, es una preocupación mundial de supervivencia ya que estudios fundamentados revelan que el petróleo se puede acabar en un corto plazo no mayor de 40 años.

No menos importante es señalar que los programas nacionales de eficiencia y ahorro de energía persiguen como beneficios colaterales el cuidado del medio ambiente, ya que al quemar combustible en el proceso de generación, se envía a la atmósfera grandes cantidades de contaminantes.

Hay que destacar que en un país como México, que históricamente participa en una economía globalizada, con nuevos proyectos llenos de tecnología de punta, las instituciones educativas incorporan a sus planes de estudio asignaturas con programas de ahorro de energía, para que los egresados tengan más recursos académicos que los hagan competitivos. Finalmente se considera que cualquier empresa de bienes y servicios que incluye los programas de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica en su filosofía administrativa, responde a las exigencias de productividad y competitividad de los tiempos modernos.

Finalmente debe tomarse en consideración que en el caso particular de las instalaciones eléctricas en media y baja tensión, actualmente se incorporan con carácter de obligatorias, las Normas Oficiales Mexicanas denominadas de eficiencia energética.

El objetivo general de este trabajo es el de capacitar al lector en la administración de la energía eléctrica, en las instalaciones de los usuarios, mediante una metodología de diagnóstico energético y el desarrollo de proyectos integrales de ahorro de energía, aplicando tecnologías de punta en ese campo de especialidad, y cuyo fin último es la reducción del consumo de energía (KWH) y de la demanda KW. Es el deseo sincero del autor que la ley de la sinergia, permita que el cúmulo de conocimientos obtenidos en esta obra, aunado a las aportaciones y dedicación de los lectores interesados en el uso eficiente de la energía eléctrica, el cuidado del medio ambiente y la preservación de nuestros recursos no renovables, contribuyan a "crear un México más próspero y soberano". (2)

1) Ing. Mateo Treviño Gaspari "el nuevo enfoque de los programas de ahorro de energía eléctrica en México, reviste Energía racional, FIDE. México D F . año 5, No. 18, EneroMarzo de 1996

2) Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León, "el ahorro de energía, prioritario dentro del programa de reestructuración del sector 1995-2000, "revista energía racional FIDE Año 5 No. 19 Abril- junio de 1996.

La explosión demográfica y su vínculo con el consumo de la energía, la ecología y sus recursos naturales no renovables.

"Cuando el destino nos alcance "... Título de una película que destaca cuando la humanidad llena de habitantes cada rincón de las grandes metrópolis en el mundo y llegan a tener problemas muy serios, dentro de los cuales se aprecia la falta de alimento, así como la de los energéticos. En la actualidad las personas vinculadas con los energéticos, su uso eficiente y el ahorro de energía agregarían al título de dicha película: ... ¿o ya nos alcanzo?

Basta y sobra con viajar en el metro de la Cd. de México, de preferencia entre las 7:00 y 9:00 A.M. o de las 18:00 a 20:00 para corroborar lo mencionado en el anterior párrafo, en efecto esta ciudad, incluyendo la zona conurbana con los mayores índices de población en el mundo, presenta serios problemas de sobrevivencia ya que sus cerca de 20,000,000 de habitantes demandan no solo alimentos, sino servicios de transporte y por supuesto de energéticos.

Una información que refuerza la problemática de los gobiernos de los países para dotar a sus pobladores de servicios básicos, apareció en el periódico "el financiero" el día 23 de Agosto de 1997, el cual fue escrito por Roxana Gonzáles García, en el artículo, se destaca que el problema de crecimiento de la población es causa de hambrunas y olas migratorias hacia el norte por lo cual alerta la ONU sobre explosivo crecimiento demográfico en África, Asia, y América Latina, y que proyecta más de 8 mil millones de habitantes en el año 2025. Asimismo se cita que la acelerada explosión demográfica en zonas subdesarrolladas de África, América latina, Asia y el caribe ha agravado los problemas de pobreza, marginación y provocando una creciente ola migratoria que en muchos casos se traduce en conflictos internacionales.

Aunque el incremento de población es un fenómeno mundial se calcula que en la actualidad habitan en el planeta 5,800,000 millones de habitantes- los países en desarrollo registran el mayor porcentaje del crecimiento -97%-, lo cual agudiza la pobreza del tercer mundo y dificulta el desarrollo social y económico sostenible. En el mismo artículo se puntualiza, la entrevista concedida al diario por el representante del Fondo de Población de las Naciones (FPNUM), Rainer Rosenbaum, quien señaló: "En la actualidad los países llamados en desarrollo no disponen de recursos suficientes para atender a la nueva población que crece de manera acelerada. El funcionario de la ONU dijo que la falta de educación sexual y la falta de recursos económicos agudiza el problema de crecimiento de la población en sectores de los países en desarrollo, donde se vuelve una carga para el gobierno.

El gráfico proporcionado por el importante diario de circulación nacional del cual se extrajo el artículo cita es por demás elocuente.

En el caso de México, el Gobierno Federal hace verdaderos esfuerzos para dotar a la población de servicios de energía eléctrica, como se verá en temas subsecuentes.

En tomo al consumo de energía que demanda la creciente población, Joseph Puig y Joaquín Corominas nos mencionan: "la pasmosa facilidad con que obtenemos un torrente de fuerza eléctrica simplemente apretando un botón; la comodidad de apretar solo un poco el acelerador y, casi mágicamente salir disparados a mil por hora... nos hace olvidar demasiado a menudo la increíble complejidad del mundo, con todas sus implicaciones políticas, económicas, sociales y medioambientales, a escala incluso planetarias.

Tres ejemplos muy recientes lo confirman: Japón a detectado sobre su cielo las primeras partículas de humo procedentes de pozos petroleros incendiados en la guerra del Golfo Pérsico, aquel conflicto internacional que costo miles de vidas, y cientos de miles de dólares.

Las centrales termoeléctricas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de Luz y Fuerza del Centro (LyF) en México, para su proceso de generación de energía eléctrica queman gran cantidad de combustóleo potencialmente contaminante, ya que según Enrique M. Coperias, experto en energía, los combustibles fósiles como recursos naturales no renovables, junto con la energía nuclear, son los que mayor fama tienen, por haberse demostrado que son capaces de provocar grandes contaminantes, contribuyendo a fenómenos como el efecto de invernadero y la llamada lluvia ácida.

El ahorro de energía eléctrica y el cuidado del medio ambiente.

El ingeniero Mateo Treviño Gaspari, en una valiosa aportación más a este tema de particular importancia, en un artículo escrito en la Revista Energía Racional del FIDE, aborda el delicado y actual tema y que a la fecha se ha convertido en un problema social muy serio: la contaminación ambiental. En el artículo denominado "EL FIDE EN LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE", el autor destaca que de manera general, los programas y proyectos emprendidos por el FIDE tienen un doble propósito, por un lado contribuir a elevar la productividad y competitividad tanto del sector eléctrico, como de los usuarios de energía eléctrica, y por el otro, fortalecer el esfuerzo que se realiza en el mundo para disminuir el uso de los hidrocarburos. Así, además de participar en el desenvolvimiento de la economía del país se logra minimizar el impacto en el medio ambiente provocado por la quema de combustibles fósiles para la producción eléctrica. En el mismo artículo se destaca una vez más la importancia de la energía eléctrica para el medio ambiente, señalándose que a partir de los proyectos que el FIDE ha puesto en marcha el ahorro de energía eléctrica alcanzado hasta 1993 asciende a 155 GWh, lo que equivale a un ahorro considerable de barriles de combustóleo. Cabe aclarar que estos barriles de combustóleo serían los requeridos para producir este volumen de energía eléctrica. En cuanto al medio ambiente, esto se traduce en una reducción anual de cientos de toneladas de gases contaminantes que se enviarían a la atmósfera. Se apunta que si bien es cierto que los resultados son sustanciales, actualmente los esfuerzos del FIDE se orientan a tener mayores ahorros que sean producto del efecto multiplicador de los proyectos demostrativos que se han desarrollado hasta ahora.

Por otra parte en el período comprendido de 1990 y 1993 los ahorros obtenidos ascienden a 3,345 GWh que son aproximadamente, el 3.8% del consumo de energía eléctrica que se registró en el año de 1989.

El ahorro de energía eléctrica estimado, permite reducir la emisión de 52,517 toneladas de dióxido de azufre, 3,487 toneladas de óxidos de nitrógeno, 9,632 toneladas de bióxido de carbono, 243 toneladas de monóxido de carbono y 3,579 toneladas de partículas. De esta manera ha sido posible que las metas de ahorro establecidas por el FIDE al inicio de su operación, se superen. Se pronostica que las metas para el ahorro para 1994 son de 5,485 GWh y para el año 2000 de 12,177 GWh; que contribuirán significativamente a una mayor disponibilidad de hidrocarburos como resultado de una menor utilización de los mismos.

En cuanto a la preservación de los recursos naturales, se menciona que otro de los beneficios que aporta el ahorro de energía eléctrica es evidentemente la disminución del consumo de combustibles fósiles para su generación. Por cada 10 barriles de combustóleo que se produjeron en 1992, casi 7 barriles, los consumió el sector eléctrico de nuestro país. Esta cantidad es significativa si se considera que en este mismo año se consumieron 16 millones de metros cúbicos de combustóleo. En cuanto al gas, un poco más del 15% de la producción se empleo con el mismo fin, consumiéndose un total de 4, 418 millones de metros cúbicos. El consumo de diesel ascendió a 312, 000 metros cúbicos en 1992, mientras que se utilizó un total de 4, 249 mil toneladas de carbón; el 63% de la producción nacional de este energético. En este sentido, cualquier esfuerzo para lograr ahorros de energía eléctrica, en este sector se va reflejando directamente y en forma determinante, en la conservación de recursos naturales. Es importante hacer notar que los combustibles mencionados provienen de recursos no renovables. Los hidrocarburos en particular, son un factor básico para la generación de divisas.

Un aspecto de gran importancia para estudiosos del ahorro de energía eléctrica, es saber CUANTO SE CONTAMINA PARA PRODUCIR UN KWh, que de manera clara se desarrolla en el artículo. Por poner un ejemplo, de acuerdo con la información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad, la emisión de dióxido de azufre (SO₂) a la atmósfera es de 15.7 Kg. Por cada MWh que se produce a partir del combustóleo. El SO₂ es uno de los gases más peligrosos que junto con al lluvia produce ácido sulfúrico, el cual daña considerablemente bosques y ecosistemas. De manera similar por cada KWh producido se emiten casi 3 grms. De SO₂ cuando se emplea gas y 8.6 Kg. Cuando se emplea carbón en plantas generadoras. Esta información pone de relieve la trascendencia del ahorro de energía eléctrica alcanzable en 1989 que ascendió a 110, 100 GWh, se logrará reducir la emisión de 17, 286 toneladas de bióxido de azufre, 1,266 toneladas de óxidos de nitrógeno, 3,171 toneladas de bióxido de carbono, 79 toneladas de monóxido de carbono y 1,178 toneladas de partículas.

Retos y desafíos del sector eléctrico en México.

La inversión necesaria para construir la infraestructura eléctrica necesaria en nuestro país, que permita dotar de energía eléctrica a la mayoría de la población es de aproximadamente 352 mil millones de pesos, esto durante los próximos diez años.

El principal reto del sector eléctrico es asegurar de manera confiable, al menor costo posible y con la mejor calidad la creciente demanda de electricidad.

De 1988 a 1997 la demanda de electricidad creció a una tasa promedio anual de 5.3% y la prospectiva del sector eléctrico para el período 1998-2007 prevé un crecimiento promedio anual de 5.8% en las ventas de electricidad. El aumento anual esperado para las regiones de Baja California, Occidental, Peninsular y Noroeste es mayor al promedio.

El proceso de generación-distribución, distribución, utilización, representa un enorme consumo de recursos energéticos, siendo en su mayoría no renovables y potencialmente contaminantes, el 51.7% de la capacidad efectiva instalada de generación en México se basa en hidrocarburos, con el impacto negativo en el medio ambiente.

Con las inversiones antes mencionadas, se deberá aumentar la capacidad instalada de generación en 13 mil megavatios (MW) en los próximos seis años y de 21 mil 700 MW en los próximos diez años, cifras que se comparan con la capacidad instalada actual de 35 mil MW. Con inversiones del orden de 25 mil millones de dólares USD.

La realidad económica que vive nuestro país, impide que el gobierno federal pueda invertir en la totalidad de los nuevos proyectos mencionados para los próximos 10 años, de aquí que se busquen por el sector eléctrico alternativas, como puede ser el concurso y participación de los inversionistas privados mediante la licitación de proyectos de generación independiente de energía (IPP).

En opinión del Banco Mundial para Minas, Energía y Telecomunicaciones, es necesario privatizar la industria eléctrica y que el Banco Mundial apoyaría una decisión mexicana en ese sentido.

El reto pues, en materia de energía eléctrica es cada vez más grande. Las ramas económicas de mayor dinamismo y que aportan mayor valor agregado son intensivas en el fluido eléctrico. Además, el crecimiento poblacional representa un factor que aumenta las necesidades del suministro eléctrico a los casi 96 millones de mexicanos que actualmente habitan este gran país y a los aproximadamente 3 millones de nuevos habitantes que llegarán cada año durante los próximos diez años. El problema es serio.

Para poder doblar el PIB per cápita de la población, México requiere crecer a un ritmo sostenido del 5% anualmente en un periodo de 18 años. Para respaldar ese crecimiento, la oferta de energía debe crecer, por lo menos, en esta misma tasa, y desde luego a una tasa superior si se desea abatir los rezagos existentes.

El consumo per cápita en México es de alrededor de 1400 KWH por residente, en Canadá y E.U.A. es casi de 12 y casi 9 veces superior al de México respectivamente.

En Febrero de 1999, prácticamente el poder ejecutivo en México anunció reformas a los artículos 27 y 28 constitucionales y con ellos iniciar los preparativos para la privatización eléctrica, y con ello permitir a los particulares- nacionales y extranjeros puedan invertir en la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica.

Es importante para el estudioso de temas vinculados con el uso eficiente de la energía eléctrica conocer lo que estipulan los artículos 27 y 28 constitucionales.

El artículo 27 señala: "corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares..."

El artículo 28 constitucional también define a la electricidad como una área estratégica en la que el estado ejerce funciones de manera exclusiva.

Fuentes oficiales en nuestro país, mencionan que la Comisión Federal de Electricidad es una empresa que deberá seguir cumpliendo con objetivos prioritarios como la electrificación de zonas rurales y colonias populares, así como promover el ahorro de energía. Así mismo se informa que en la actualidad 95% de una población total de más de 96 millones de mexicanos disfruta del sector eléctrico, lo cual significa que en menos de 40 años la industria a crecido para darle servicio a 75 millones más de mexicanos y que además ese avance se sustentó en inversiones hechas exclusivamente por el estado, y que los objetivos de ésta importante etapa se han cumplido, y que para los próximos seis años se requerirán inversiones por 250 mil millones de pesos. Esto es más de los que se gasta en salud y seguridad social en tan solo un año. Por lo cual es definitiva la posibilidad de que los particulares puedan invertir en la generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica sin perder la rectoría del estado.

En 1998 el sector eléctrico contaba *con una* capacidad efectiva de 34,791 MW con la siguiente conformación de las centrales generadoras:

Hidrocarburos:	51.7%
Hidroeléctrica:	28.8%
Dual:	6.0%
Nuclear:	3.8%
Geotérmica y eólica:	2.2%
Carboeléctrica:	7.5% ,

El panorama expuesto sobre el estado actual del sector eléctrico en México es en verdad un reto y un desafío, tanto para el gobierno como para todos los que habitamos en este país, ya que sin lugar a dudas, proporcionar energía eléctrica a casi 96 millones de habitantes actuales, mas los millones que se vayan acumulando anualmente, incluyendo los aproximadamente 26 millones de mexicanos en pobreza extrema, es un problema que atañe a todos en lo económico (recuérdese que para construir la capacidad requerida en infraestructura eléctrica durante los años venideros se estiman 25 mil millones de dólares), ecológico, de desarrollo social, etc... El ahorro de energía se presenta pues como una alternativa para coadyuvar en la solución del problema del suministro.

La Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), estiman que desarrollando proyectos de cogeneración en nuestro país, preliminarmente, se determinó que el potencial total nacional. Incluyendo industrias e instalaciones de PEMEX- en el escenario bajo es de 2,900 MW, el medio de 4,000 MW y el alto de 6,000 MW. Sin embargo existen barreras de tipo técnico, económico, de actitud que generan un alto grado de incertidumbre, sobre la pronta y efectiva incorporación de este esquema en nuestro país.

Por parte del Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE), en base a metas al año 2000, estimadas por empresas consultoras especializadas en el ramo, se logró establecer una: proyección ponderada para el año 2000. Se ha estimado un ahorro de aprox. 20,500 GWH, que representan el 21 % de las ventas de energía eléctrica en 1992.

Para el logro de las metas mencionadas; se requiere en el futuro inmediato de la participación y la sinergia de las compañías suministradoras de energía eléctrica en México, así como de los usuarios del fluido eléctrico en una proporción del 30% y 70% respectivamente.

El estado actual de la privatización de la energía eléctrica al 2 de febrero de 1999

LOS ARTÍCULOS CONSTITUCIONALES COMO SE ENCUENTRAN Y COMO QUEDARÍAN

ACTUAL.

Artículo 27, párrafo sexto

..Corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer de energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

Artículo 28, párrafo cuarto

No constituirán monopolios las funciones que el estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas: correos, telégrafos y radiotelegrafía; petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de energía nuclear; electricidad y las actividades que expresamente señalan las leyes que expide el congreso de la unión la comunicación via satélite y los ferrocarriles son áreas prioritarias para el desarrollo nacional en los términos del artículo 25 de esta constitución; el estado al ejercer en ellas su rectoría, protegerá la seguridad y la soberanía de la nación, y al otorgar concesiones y permisos mantendrá o establecerá el dominio de las respectivas vías de comunicación de acuerdo con las leyes de la materia.

PROPUESTA

Artículo 27, párrafo sexto

...Corresponde exclusivamente a la nación el control operativo de la red nacional de transmisión de electricidad, el cual no podrá ser concesionado a los particulares.

Artículo 28, párrafo cuarto.

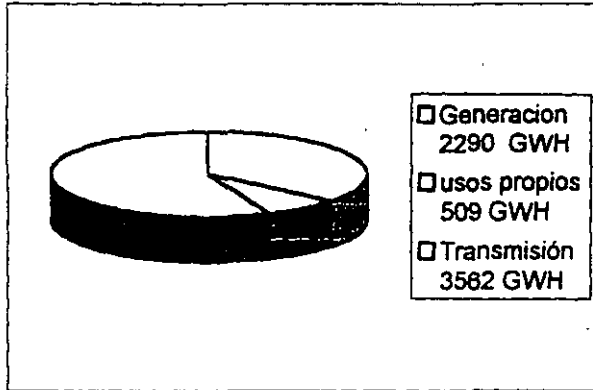
No constituirán monopolios las funciones que el estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas: correos, telégrafos y radiotelegrafía; petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos; generación de energía nuclear; el control operativo de de la red nacional de transmisión de electricidad y las actividades que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión. La comunicación vía satélite, los ferrocarriles y la generación, transmisión distribución y comercialización de energía eléctrica son áreas prioritarias para el desarrollo nacional en los términos del artículo 25 de ésta constitución; el estado al ejercer en ellas su rectoría, protegerá la seguridad y la soberanía de la nación, y al otorgar concesiones o permisos mantendrá o establecerá el dominio de las respectivas vías de comunicación, así como de las redes generales de transmisión y de distribución de energía eléctrica, de acuerdo con las leyes de la materia.

Razones importantes para ahorrar energía eléctrica

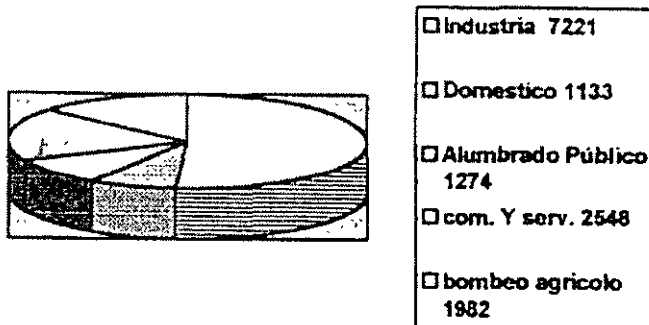
Fundamentalmente los programas de uso eficiente y ahorro de energía en México, así como el desarrollo de diagnósticos energéticos y de proyectos de ahorro en industrias, centros comerciales e inmuebles de servicios, casas habitación, servicios públicos, etc..., persiguen beneficios de tipo económico, de impacto ambiental y de preservación de los recursos naturales no renovables, tal es el caso del petróleo, sin dejar a un lado el beneficio de modernizar instalaciones electromecánicas e incrementar la productividad de las empresas como resultado de incorporar en las instalaciones de los inmuebles equipos eléctricos, de control, de aire acondicionado, etc ..., catalogados como tecnologías de punta o "high tech" como ocurre en las edificaciones catalogadas como inteligentes.




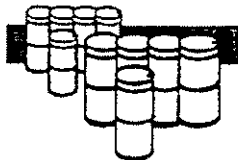



Prueba de lo anterior resultan las metas de ahorro de energía eléctrica en el periodo 1992-2000 fijadas por la Comisión Federal de Electricidad a través de su programa de Ahorro de Energías del Sector Eléctrico como se aprecia en la siguiente figura:

**METAS DE AHORRO INTERNAS
1992-2000
AHORRO TOTAL. 6,361 GWH**



**METAS DE AHORRO EXTERNAS 1992-2000
AHORRO TOTAL 14,159 GWH**



<p>AHORRO</p> <p>20 529 GW-</p>		<p>EQUIVALENCIA</p> <p>CONSUMO ANUAL DEL AREA DE LA CD. DE MEXICO</p>
<p>3 125 MW</p>		<p>3 VECES LA CAPACIDAD INSTALADA EN EL VALLE DE MEXICO</p>
<p>4.866 MLLD. DLL.</p>	<p>RESERVA MONETARIA</p> 	<p>28.6% de 17.000 MLLS DLLS.</p>
<p>53.35 MILLONES DE BARRILES</p>	<p>PRODUCCION PETROLERA MENSUAL</p> 	<p>71% de 75 MILLONES DE BARRILES</p>
<p>15.32 BILLONES DE PESOS</p>	<p>CONSTRUCCION DE SUPERCARRETERAS</p> 	<p>4,000 KILOMETROS</p>
<p>15.32 BILLONES DE PESOS</p>	<p>CONSTRUCCION DE AULAS</p> 	<p>106.300 AULAS TIPO CAPFCE</p>
<p>15.32 BILLONES DE PESOS</p>	<p>CREACION DE EMPLEOS</p> 	<p>540 MIL EMPLEOS</p>

Los esfuerzos del Gobierno Federal a través de la Secretaría de Energía y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, del Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica, de instituciones educativas como el Instituto Politécnico Nacional asimismo de las firmas consultoras actualmente establecidas en México, de los fabricantes de equipo y material eléctrico, y en general de las personas y organismos dedicados al uso eficiente y ahorro de la energía, encuentran su razón de ser en cinco puntos básicos:

- 1.- Cuidado de los recursos naturales no renovables, del medio ambiente y la creación de una cultura energética en México.
- 2.- Beneficiar técnica y económicamente a los usuarios industriales, de comercios y servicios, residenciales, etc...
- 3.- Beneficiar a toda empresa relacionada con la fabricación y comercialización de equipo ahorrador.
- 4.- Beneficiar a las empresas dedicadas a brindar servicios de consultoría, o bien a aquellas empresas de servicios eléctricos orientadas a proporcionar servicios energéticos.
- 5.- Beneficiar a las compañías suministradoras de energía eléctrica, a la sociedad y al país en conjunto.

Cuidado de los recursos naturales no renovables, del medio ambiente y la creación de una cultura energética en México.

Históricamente las centrales termoeléctricas en México han representado el mayor porcentaje de la capacidad de infraestructura eléctrica instalada, en 1998 de los 34,978 MW de capacidad total del país, a dichas centrales les correspondían 20,468 MW. Al utilizar combustóleo en su proceso de generación dichas centrales son potencialmente contaminantes y fuertes consumidoras de derivados del petróleo producido por Petróleos Mexicanos. Se estima que de no aplicar medidas de uso racional del petróleo como energético primario, México corre el riesgo de convertirse de exportador en importador, con su impacto negativo en la economía.

Una de las causas del aumento de la contaminación atmosférica en el valle de México en la última década fue la sustitución de gas natural por combustóleo en las plantas termoeléctricas que suministran energía eléctrica a la Ciudad de México y en las industrias localizadas en la zona metropolitana. El problema del cuidado de los recursos naturales no- renovables, es de índole mundial. Tres cuartas partes de la energía producida en el mundo provienen de los combustibles fósiles. Dependemos de ellos. Pero se trata de una adicción peligrosa: las reservas se nos están terminando. Las plataformas petrolíferas se multiplican, y hasta se diseñan por computadora. Cada vez se adentran más en los océanos; las perforaciones alcanzan mayores profundidades. Estamos sorbiendo los últimos litros de oro negro.

En México desafortunadamente no contamos con una cultura en ahorro de energía eléctrica, como también ocurre en otros servicios de uso cotidiano como el agua, la limpieza, etc... El Fideicomiso para el ahorro de energía y La Comisión Nacional para el ahorro de Energía, realizan esfuerzos supremos para llegar a sectores amplios de de población con su publicidad y difusión que comprende desde los niveles de educación primaria hasta diplomados y maestrías en las escuelas de educación superior.

Beneficiar económica y técnicamente a los usuarios industriales, de comercios y servicios, residenciales, etc.

Efectivamente el ahorro de energía eléctrica es una opción rentable. La tarifa eléctrica generalmente está formada por los cuatro siguientes conceptos: Consumo de energía eléctrica (KWH), por cargos fijos, por bajo factor de potencia (Cuando es menor a 90%) y por demanda máxima (KW). Ahorrar incide favorablemente en los conceptos citados, porque tiende a reducir la corriente, aunque no afecta los cargos fijos. El caso del factor de potencia es un caso particular, porque así como puede representar un recargo de hasta 120%, también puede convertirse en una bonificación de 2.5%.

El ahorro de energía en sistemas eléctricos, gira en torno de una cuestión fundamental: De la cantidad de energía disipada al medio en forma de calor. El proceso es un fenómeno irreversible, es una pérdida absoluta. Las pérdidas pueden ser de origen eléctrico (efecto Joule) o magnético (histéresis y corrientes parásitas). Las pérdidas por efecto Joule (I^2R) son las más importantes.

Por lo antes expuesto, se deduce que una disminución de corriente favorece en general a la eficiencia de los sistemas eléctricos. Existen excepciones; un motor o un transformador trabajando en vacío manejan corrientes mínimas y sin embargo su eficiencia es cero, ya que no transfieren energía alguna a la carga.

En el caso de los conductores, independientemente del calibre y tipo, la resistencia ($R = \rho \cdot l / A$) depende del calibre, del material del que este construido, de la longitud, de la frecuencia y de las temperatura a la que trabaje. La temperatura esta determinada a su vez por la técnica de instalación y del ambiente en el cual se opere, pero de forma definitiva de la corriente que se maneje. Un conductor que conduzca corriente alta se calentará y con ello elevará sus pérdidas. Por ejemplo, un alambre de cobre que debido a la corriente trabajen 100°C ; presentará una resistencia 1.314 veces mayor que cuando se encuentra a 20°C . También el aislamiento de los conductores sufre consecuencias negativas por el deterioro sufrido a causa del calentamiento. Estos conceptos también son válidos para motores, reguladores, arrancadores, reactores, balastos, transformadores, etc.

Al reducir la corriente, hay mejoras en la regulación de tensión, a mayor corriente mayor caída de voltaje. Por ejemplo, ignorando el efecto térmico, si la corriente se duplica, la caída de tensión también aumenta al doble, pero si la corriente se reduce 20% la caída decrece también 20%.

Una reducción de la corriente de diversos puntos de la instalación eléctrica, reduce la corriente de todo el sistema, reflejándose directamente en la demanda instantánea y por lo tanto en la demanda máxima facturable, ya que ellas están en función del voltaje, del número de fases, del factor de potencia y de la corriente.

En los sistemas de acondicionamiento ambiental, se disminuye la carga térmica. Cada KWH de pérdidas requiere 3,412 BTU de aire acondicionado (a/c). Como cada tonelada de a/c equivale a 12,000 BTU, cada 3.5 KWH evitados, ahorran una tonelada de a/c.

Ahorrar energía también permite ahorrar en cableado para obras nuevas o existentes, en KVA de transformadores, en equipo de protección, en mantenimiento, etc., sin embargo el beneficio más inmediato está en la reducción del importe de la facturación eléctrica, a través de la optimización del consumo (KWH), demanda máxima (KW) y factor de potencia (FP).

Finalmente, para un usuario, la energía eléctrica representa un cierto porcentaje de sus costos de producción. Existe un índice energético llamado intensidad energética que relaciona la energía consumida para lograr una unidad de producto terminado, por ejemplo joules/lanta o KWH/tonelada de cemento. En la siguiente figura se aprecian las intensidades energéticas de varias ramas industriales en México, y las correspondientes a los países avanzados. Con las firmas de tratados comerciales de nuestro país con otros del orbe, las empresas mexicanas tendrán que mantener o elevar la calidad de sus productos o servicios pero a un costo igual o menor al internacional para poder competir con las empresas extranjeras. Las acciones encaminadas para lograr ahorros de energía son cada día más necesarias, más factibles y rentables.

Beneficiar a todas aquellas empresas relacionadas con la fabricación y comercialización de equipo ahorrador.

Derivado de la apertura comercial, en nuestro país actualmente han aumentado el número de empresas que comercializan una multiplicidad de marcas y líneas de motores, compresores, balastos, lámparas, etc., de alta eficiencia y con aplicación en proyectos de ahorro de energía eléctrica. Algunos de estos productos no son siempre confiables, ni satisfacen los requerimientos técnicos de las instalaciones eléctricas en México. En lugar de ser un impedimento para el desarrollo de la industria nacional, esa situación se está volviendo positiva, ya que está dando oportunidades para desarrollar productos idóneos para el mercado interno. Existen programas de apoyo para tal fin auspiciados por el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica, como es el caso del denominado sello FIDE, que es un aval de calidad en el cumplimiento de ahorro de energía por los equipos eléctricos que lo porten. Así mismo para el industrial mexicano, productos idóneos para el mercado interno. Existen programas de apoyo para tal fin auspiciados por el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica, como es el caso del denominado sello FIDE, que es un aval de calidad en el cumplimiento de ahorro de energía por los equipos eléctricos que lo porten. Así mismo para el industrial mexicano, resulta sumamente conveniente participar como aliado comercial del FIDE, dentro de un programa denominado de incentivos y desarrollo de mercado apoyado y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), orientado a ofrecer descuentos especiales a los usuarios finales que compren productos ahorradores de energía lo cual beneficia al industrial mexicano y/o al comercializador de productos nacionales y extranjeros. De ésta actividad, derivan mayores fuentes de empleo para, los mexicanos.

Beneficiar a las empresas dedicadas a brindar servicios de consultoría o bien a aquellas empresas de servicios eléctricos orientadas a proporcionar servicios energéticos.

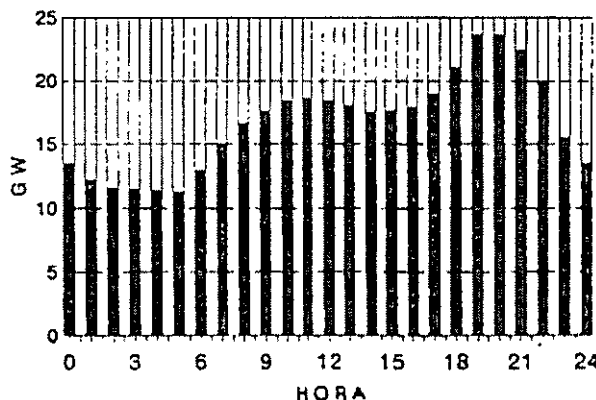
Las actividades relacionadas con el ahorro de energía están siendo un buen negocio en México. La concientización está creando la necesidad de especialistas en ahorro de energía en todas las ramas lo que está propiciando la creación de múltiples microempresas y también la creación de nuevas áreas especializadas en ahorro de energía dentro de empresas consultoras ya establecidas y con amplia experiencia en áreas afines. Las oportunidades se están dando también para profesionistas con amplia experiencia quienes están desarrollando una positiva labor de consultoría. Vale la pena mencionar que tanto FIDE como la CONAE, así como asociaciones civiles de profesionistas en aplicación energética, impulsan fuertemente la creación y desarrollo de Empresas de Servicios Energéticos Integrales, el FIDE las identifica como ESEI'S y en E.U.A. se conocen como las ESCO'S (Energy Services Companies).

**Beneficiar las compañías suministradoras de energía eléctrica,
A la sociedad y al país.**

Un incremento de carga provoca un aumento de corriente en diversos puntos del sistema eléctrico nacional con los inconvenientes en regulación, control de frecuencia, pérdidas en líneas de transmisión y distribución, pérdidas en transformadores, etc.

La suma de los perfiles de las cargas individuales, produce el perfil de carga nacional con un pico de demanda que se presenta muy marcadamente entre las 19:00 y las 21:00 hrs., demanda que es satisfecha con plantas pequeñas con altos costos de operación, lo que supone además la inversión en equipo costoso que trabaja con factor de carga baja, es decir pocas horas al año. En general las empresas suministradoras de energía eléctrica en el mundo, enfrentan nuevos retos cuya solución puede requerir cambios estructurales de gran importancia.

GENERACION HORARIA DURANTE UN DIA LABORABLE
EN EL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL



agrr/dept/6-92

Figura 1-3

Son requisitos adicionales, la protección del medio ambiente y la conservación de recurso energéticos; especialmente los no renovables.

Con su participación mayoritaria del 51.7 % de las centrales termoeléctricas en el proceso de generación de la energía eléctrica en México, representan una causa importante en la contaminación ambiental.

El utilizar combustibles fósiles-carbón, combustóleo y gas natural, en este tipo de plantas, da lugar a impactos ambientales de mayor o menor importancia, dependiendo de la capacidad (MW) de la planta y el combustible usado.

Una de las causas de la contaminación atmosférica en el valle de México en la última década fue la sustitución de gas natural por combustóleo en las plantas termoeléctricas que suministran energía a la ciudad de México y en las industrias localizadas en la zona metropolitana.

En las gráficas correspondientes, se comparan las emisiones de contaminantes resultantes de la combustión de dos energéticos al producir un KWH en una planta termoeléctrica convencional.

A manera de ejemplo de como impacta el efecto de la generación de energía eléctrica en la zona del Valle de México, se tiene que en 1991 el consumo de energía en la región correspondiente al área de control central, fue de 29,371 GWH, que correspondió aproximadamente a la cuarta parte del total nacional. De esa cantidad el 84% se consumió en la zona metropolitana del valle de México, lo que significa que en esa zona que abarca menos del 1% de territorio nacional se consumió aproximadamente el 21% de la energía eléctrica producida en todo el país.

También se tiene que el 78 % de la energía consumida en la zona central se produjo en 27 plantas generadoras comprendidas en el área de control central, de las cuales 20 de ellas son hidroeléctricas y 7 termoeléctricas. Estas cifras pueden ser engañosas, porque aunque las termoeléctricas representan en número solo el 26%, su generación de energía eléctrica representó el 72% en 1992.

En cuanto a la ubicación de las plantas generadoras, se tiene que todas las hidroeléctricas se encuentran fuera de la cuenca del valle México, mientras las 7 termoeléctricas se localizan en la parte norte de la cuenca. Estas son potencialmente contaminantes por la producción de óxido de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂), causantes de la lluvia ácida, y también emiten bióxido de carbono (CO₂) que contribuye al efecto invernadero en la atmósfera, lo que producirá a largo plazo un incremento de la temperatura en la superficie terrestre y un cambio global del clima.

Los vientos dominantes en el valle, provienen del norte, acarreado la contaminación hacia el centro y sur de la cuenca. La contaminación no se limita al aire; cada megawatt de generación termoeléctrica, requiere un consumo de agua para enfriamiento de un litro de segundo.



**CADA KWH AHORRADO
EVITA LOS SIGUIENTES
CONTAMINANTES:**



Gramos

NOx	1.22	0.82
SO2	3.41	1.6
CO2	263.1	214.83
CH4	0.00268	0.00195



Dependencias y organismos dedicados en México a programas de ahorro de energía eléctrica.

FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (FIDE)

Es un organismo de carácter privado no lucrativo, creado en el año de 1990 para promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de la energía eléctrica, dedicado a demostrar y difundir con actividades y resultados concretos la viabilidad técnica y rentabilidad económica del ahorro de energía eléctrica. Las acciones emprendidas en los últimos años para promover el ahorro de energía eléctrica en México, han demostrado que las inversiones aplicadas con éste fin son técnicamente factibles y económicamente rentables para todos los sectores de la sociedad.

Su estructura organizacional, a partir de su Dirección General, le permite promover y concretar proyectos de ahorro de energía eléctrica y diagnósticos energéticos a través de firmas de consultoría, en industrias, comercios y servicios, usuarios menores y servicios públicos municipales. Vale la pena destacar que a través del Fideicomiso se administra el programa nacional del horario de verano, se coordina el programa de sello FIDE y se impulsa el programa de incentivos y desarrollo de mercados de reciente creación y con el financiamiento y los auspicios del Banco Interamericano de Desarrollo. El FIDE participa fuertemente en la difusión y promoción del ahorro de energía eléctrica y de esta manera coadyuva a la creación de una cultura energética dentro de la sociedad mexicana. Asimismo el FIDE tiene el propósito de difundir las normas oficiales mexicanas de eficiencia energética a nivel nacional con el fin de que el público en general esté informado acerca de la eficiencia energética que deben cumplir los sistemas, equipos y dispositivos.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGÍA (CONAE)

Es una comisión intersecretarial del Gobierno Federal, creada por acuerdo presidencial el 28 de septiembre de 1989, para promover y facilitar las acciones en materia de ahorro y uso eficiente de energía.

La CONAE esta constituida por las siguientes dependencias y entidades:

- Secretaría de Energía (SE)
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
- Secretaría de de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Secretaría de Educación Pública (SEP)
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)
Departamento del Distrito Federal (DDF)
- Petróleos Mexicanos (PEMEX)
- Comisión Federal de Electricidad (CFE)

OBJETIVOS DE LA CONAE

Coordinar y apoyar las medidas que faciliten y estimulen el ahorro y uso eficiente de los recursos energéticos en la República Mexicana. A través de sus áreas, promueve estudios, proyectos y diagnósticos energéticos demostrativos, así como los mecanismos para facilitar la aplicación generalizada de estas medidas. De igual forma, activa las fuerzas del mercado y apoya el desarrollo de recursos técnicos, educativos, financieros e institucionales necesarios para lograr se instrumenten en la práctica las medidas de ahorro y uso eficiente de energía.

Con sus servicios la CONAE pretende beneficiar a todos los sectores sociales del país, mediante la aplicación de sus programas de atención a los usuarios de mayor consumo de energía.

ÁREAS OPERATIVAS

La CONAE cuenta para su operación con las siguientes áreas:

- 1.- Industria.
- 2.-Cogeneración y fuentes no convencionales de energía.
- 3.-Transporte.
- 4.-Normalización.
- 5.-Sector energético.
- 6.-Inmuebles y alumbrado público.
- 7.-Educación.
- 8.-Cooperación internacional.
- 9.-Promoción regional y financiamiento.

Actualmente, las oficinas de la Comisión se encuentran en insurgentes sur 1582, en la Ciudad de México y cuenta con su página en Internet <http://www.conae.gob.mx>, que forma parte de un sistema de información compuesto por dicha hoja y de ligas informáticas en la red.

Programa de ahorro de energía del sector eléctrico (PAESE) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Prácticamente este programa (PAESE) lo opera un departamento creado por la Comisión Federal de Electricidad, tiene oficinas y representantes en toda la República Mexicana. Opera coordinadamente con el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica y dentro de otras importantes funciones tiene bajo su responsabilidad el seguimiento y la evaluación permanente del PAESE cuya meta de ahorro para el período 1992-2000 como ya se ha mencionado es de 20520 GWH. El domicilio y números telefónicos del PAESE en la Ciudad de México, son los mismos que el FIDE.

Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética A.C. (ATPAE).

Actualmente ésta asociación que es la más importante en su género, tiene establecida como misión; "promover y propiciar el uso de la energía de manera permanente, con rigor técnico, con independencia de criterios, con un enfoque multidisciplinario y plural, con calidad y presencia reconocidos y con estricto apego a la ética profesional".

Dentro de sus líneas estratégicas, por su importancia se mencionan las siguientes:

- desarrollar profesionales y técnicos de excelencia y prestigio en ahorro y uso óptimo de energía.
- convertirse en organismo certificador de especialistas en eficiencia energética. Entre los apoyos disponibles en la asociación para los socios, destacan: - estar en contacto con los especialistas más destacados en los principales temas relacionados con la energía, en distintos ámbitos, desde lo académico y de investigación, hasta el productivo, pasando por organismos públicos y empresas paraestatales tanto en México como en el extranjero.
- Contar con información oportuna sobre eventos, bibliografía y en general lo más relevante en materia de eficiencia energética, planeación y aspectos ambientales.
- Posibilidad de obtener becas hasta por el 100% para asistir a seminarios, cursos y viajes de estudio al extranjero.
- Recibir información sobre oportunidades de negocios en su ámbito de actividad. - Contar con apoyo para la gestión de financiamientos para proyectos.
- En un futuro próximo utilizar los servicios de certificación de especialistas en eficiencia energética que la ATPAE pondrá a disposición de sus socios y promoverá su aceptación entre organismos públicos y privados.

- Acceso a participar como consultor en los proyectos que realiza la ATPAE, así como instructor en sus programas de capacitación y en las solicitudes de otros organismos y empresas nacionales y extranjeras.

Para mayor información

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Opera su Programa de Uso eficiente de Energía PUE, ofrece cursos de actualización y educación continua, así como diplomados y la Maestría en ahorro de energía.

Ahorro de energía en centrales generadoras.

Hablar de ahorro de energía en las centrales generadoras del sistema eléctrico nacional es un tema complejo e interesante, ya que se trata de un trabajo de investigación cuyas fuentes de investigación son precisamente las empresas suministradoras del fluido eléctrico en México es decir de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y Luz y Fuerza del Centro, así mismo de las compañías privadas dedicadas en la actualidad a brindar tan importante servicio a la nación, de igual forma la mayor empresa dentro del sector energético, Petróleos Mexicanos genera en algunas de sus grandes plantas en la república mexicana su energía eléctrica, y en casos especiales le vende a la propia CFE sus excedente de energía eléctrica generada.

Dentro de la estructura de la CONAE, descrita en capítulos anteriores la dirección del sector energético es la encargada de promover la eficiencia energética, realizar diagnósticos energéticos y desarrollar proyectos y recomendaciones a las industrias pesadas CFE y PEMEX, de particular importancia en la economía de México.

En la CFE existe la coordinación del programa de ahorro de energía del sector eléctrico (PAESE) que conjuntamente con el Fideicomiso para el ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), fija metas de ahorro, promueve el ahorro, realiza diagnósticos y apoya la realización de proyectos y aplicación de medidas de ahorro de energía del sector eléctrico.

Es el PAESE quien estableció la meta de ahorro de energía al interior del sector eléctrico durante el periodo 1992-2000, de 6451 GWH en generación, transmisión, etc...

Asimismo estableció para los usuarios finales, industriales, comercios y servicios, etc. la cantidad de 14,159 GWH como meta. De particular interés, y relacionado con las metas a alcanzar en el período de ocho años antes mencionado, son las declaraciones efectuadas recientemente por el director del FIDE a importante diario de circulación nacional a saber:

- En los últimos 9 años, México se ahorró cerca de dos mil millones de dólares en inversiones para la producción de energía gracias a los planes y programa que se implantaron para reducir el consumo de esos energéticos.
- Se comentó que mediante las acciones desarrolladas por el FIDE, se han ahorrado alrededor de 8,000 KWH en consumo y cerca de 2,000 MW en potencia.
- A grosso modo, se informó, se habla de un ahorro anual de consumo de facturación de 4000,000,000 de pesos anuales, aunque esta cifra depende en mucho de la estructura tarifaria y del tipo de usuario.
- Un beneficio adicional es lo que se aseguró, en términos de que actualmente la eficiencia energética es un factor fundamental para el desarrollo nacional y mundial, esto es, la preocupación principal es producir más bienes y servicios con menor consumo de energía, lo que además de representar una disminución en el pago de insumos, contribuye a conservar el entorno ecológico.
- Congruente con la necesidad del gobierno federal, a través de la CFE de invertir en proyectos de infraestructura en el sistema eléctrico nacional y de esta forma aumentar en la capacidad instalada, se especifica que la participación del sector productivo, a quienes se solicita participen y se comprometan a llevar a cabo acciones correctivas que propicien una eficiencia en el trabajo al producir más con menos energía eléctrica, de las dependencias gubernamentales, y de la población en general, se ha traducido en un ahorro importante de energía que permitió aprovechar los 2000,000,000 de dls. ahorrados en otro sectores, al no tener que invertir dicho monto en programas para generar electricidad.

Destaca la información, que en 1998, se ahorraron 1,179 M W, de los cuales 683, correspondieron a la reducción en el consumo logrado con el horario de verano, 143 se ahorraron en el uso doméstico y en las pequeñas y medianas empresas industriales y comerciales 137 MW se redujeron en el consumo industrial; 125 en el agropecuario, y 61 gracias a la adaptación de nuevos sistemas de alumbrado, entre otros.

En reciente declaración el secretario técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de energía (CONAE), informó que durante 1999 como resultado de la aplicación del horario de verano en México, se evitó el consumo de 8,000,0011 de barriles de petróleo, cantidad suficiente para movilizar durante cuatro meses a toda la flotilla vehicular de la ciudad de México, que con la reducción de la demanda de energía eléctrica durante las horas pico, se difirieron permanentemente inversiones de \$7,000,000,000, que equivalen al costo de una central generadora con capacidad para encender simultáneamente 10.2 millones de focos de 60 Watts. Asimismo agregó que la aplicación del horario de verano se tradujo en 1999, en un ahorro por abatimiento de la demanda de energía eléctrica en hora pico de 613 mega watts. La reducción en el consumo de energía eléctrica que se ha acumulada durante los primeros cuatro años de aplicación del horario de verano equivale a la electricidad consumida por los 19.6 millones de hogares del país durante casi 7 semanas.

Dicho en otras palabras, éstos ahorros equivalen a la energía que consumirían 200,000,000 de focos de 60 watts encendidos una hora diaria durante un año. Si estos focos estuvieran alineados formarían una línea recta de 12,075 km. de largo. Es importante destacar que con el horario de verano y otros programas de ahorro de energía, México está a punto de llegar a la meta que se impuso para el año 2000. Una disminución anual en el consumo de fluido eléctrico del orden de 8,051 millones de Kwh y una reducción de más de 1,436 Megawatts de la demanda en las horas pico.

En opinión del autor de esta antología y discrepando de comentarios de connotados políticos en contra de los avances del FIDE y de los programas de ahorro de energía del sector eléctrico, haciendo propia la frase de *"zapatero a tus zapatos, políticos a la política y consultor a tu especialidad en ahorro de energía"* considero válidos los datos y las estadísticas proporcionadas por el director del FIDE, que falta mucho por hacer, en un México falto de cultura en ahorro de energía, es cierto, pero solamente con el concurso y la participación de todos, suministradores y usuarios del valioso fluido, se podrán elevar las condiciones de usos eficiente de la energía con todas sus bondades, y podremos así poner nuestro granito de arena, para coadyuvar al engrandecimiento de nuestro país, ahora más globalizado y exigido que nunca por las grandes economías mundiales, para hacer más productivo y competitivo y con grandes oportunidades para lograr su estabilidad económica y su pleno desarrollo.

Actualmente estamos investigando en la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, en el PAESE y en el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) los avances en los programas de ahorro al interior del sector eléctrico, para tener una referencia oficial que nos sirva de parámetro para aproximarnos a los avances relacionados con los 6,451 GWH planteados en las metas 1992-2000 del PAESE descritas en otro capítulo de esta antología.

Normatividad en proyectos de ahorro de energía en alumbrado público

Se estudiarán y analizarán las siguientes normas:

- NOM 001 SEDE 1999. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.
- NOM 013 ENER 1996. EFICIENCIA ENERGÉTICA
- RECOMENDACIONES DEL FIDE.
- TECNOLOGÍA DE PUNTA PARA AHORRO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO.

Se estudiarán y analizarán tecnologías de fábrica nacional y extranjeras:

- LÁMPARAS.
- BALASTROS ELECTROMAGNÉTICOS.
- BALASTROS ELECTRÓNICOS.
- LUMINARIOS

CASOS PRÁCTICOS

- Se analizarán las recordaciones generales para alumbrado público, tipo suburbano del FIDE.
- Se analizarán las recomendaciones para el ahorro de energía eléctrica en el alumbrado público municipal del FIDE.
- Se presenta un proyecto de eficiencia energética.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Simposium Desarrollo Técnico en los sistemas de alumbrado público, DDF, 1989.
- 2.- Programa de cálculo en alumbrado VISUAL Lithonia Lighting.
- 3.- Administración de la energía en ingeniería eléctrica. Gutiérrez Moyado Justo. 2000.
- 4.- Memoria de experiencias profesionales, auditoría de obra pública, ejecución de una obra de alumbrado público. Jerónimo Martínez Martínez.
- 5.- Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas.
- 6.- NOM 001 001 SEDE 1999. CAP. 9 Industrias Sola Basic.
- 7.- NOM 013 ENER 1996.
- 8.- Sistema de puesta a tierra. Ing. Alfredo Juárez Torres.
- 9.- Manual de ingeniería de iluminación AXA Lumisistemas.
- 10.- Iluminación artificial. Procobre México.
- 11.- Iluminación de exteriores. Croase Hinds Cooper.
- 12.- Guía para diseño con proyectores. Lithonia Lighting.
- 13.- Información de Luminarias y componentes. Sello FIDE.