

83
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS
CRITERIOS DE ILUMINACION EN INTERIORES Y SU
APLICACION A PABELLONES DE EXHIBICION**

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
ARMANDO TREJO MIRANDEZ**

ASESOR: ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA

271780

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Iluminación e instalaciones eléctricas"
"Criterios de iluminación en interiores"
y su aplicación a pabellones de exhibición"

que presenta el pasante: Armando Trejo Mirández
con número de cuenta: 8722613 - 3 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 22 de Enero de 19 99

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>Ing. Jaime Rodríguez M.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Ramón Osorio G.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Casildo Rodríguez A.</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIAS

A Gloria, no sabiendo como agradecer tanta vida de sacrificios y preocupaciones, a ti mamá con cariño y total admiración. Sin ti no sería posible este logro.
Siempre estarás en mi corazón.

A Adys, una persona muy especial. Agradeciendo tu paciencia y tu apoyo para este paso tan importante en mi formación profesional. Es de los dos.

A los verdaderos amigos. A Dios.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Casildo Rodríguez por su asesoría y paciencia en el desarrollo de esta tesina. Por su interés a la enseñanza y formación profesional de todos nosotros. Gracias.

A Alonso Rojas por su ayuda en la elaboración de este trabajo.

INDICE

Introducción	1
Capitulo 1	
1.1 Luz y proceso de la visión.....	3
1.2 Proceso de la visión.....	7
Capitulo 2	
2.1 Terminología y unidades de iluminación.....	10
Capitulo 3	
3.1 Lámparas incandescentes.....	18
3.2 Lámparas fluorescentes.....	19
3.3 Lámparas HID.....	23
3.4 Balastos y dispositivos de arranque	29
3.5 Encendido y estabilización.....	29
3.6 Vida	30
3.7 Sensibilidad a la temperatura	30
3.8 Posición de operación.....	30
Capitulo 4	
4.1 Luminarias.....	33
4.2 Control de la luz	33
Capitulo 5	
5.1 Consideraciones para diseño y cálculos.....	36
5.2 Información fotométrica.....	38
5.3 Método de lumen.....	40
5.4 Método de punto por punto.....	43
Conclusiones.....	46
Apéndice	
Bibliografía	

INTRODUCCION

Anteriormente los diseños de sistemas de iluminación eran elaborados con niveles de luminosidad recomendados demasiado altos, y debido a que las fuentes de luz no eran muy eficientes, requerían niveles mayores de iluminación para poder realizar trabajos en forma más cómoda y eficiente.

Hoy estamos obligados a que los nuevos sistemas de iluminación estén proyectados para dar el nivel recomendado con fuentes de iluminación más eficientes, proporcionándonos un ahorro máximo de energía.

Desde hace mucho tiempo se han realizado investigaciones tendientes a averiguar como ve el ser humano y qué cosas influyen en su capacidad para realizar una tarea determinada y demás factores relacionados.

Todos esos estudios han hecho cambiar el enfoque fundamental del problema de iluminación.

Lo importante ahora es iluminar adecuadamente un área, no es solo producir cierta cantidad de luz. Aunque no nada más se debe considerar el tamaño del área, otros factores son: qué tipo de actividad se va a desarrollar en esa área y si es esa actividad la única en ese espacio.

Los proyectos o diseños de iluminación se realizan por dos métodos primordialmente; ellos son el método de lumen y método punto por punto.

El método de lumen determina el nivel de iluminación o cantidad de luminarios para un nivel deseado; el método punto por punto es el cálculo más rigurosos en el que se considera la uniformidad, el punto de máxima y mínima iluminación, el promedio, etc.

En el desarrollo de esta tesina se expondrá la aplicación de estos métodos en la solución del problema, aplicándolo en un caso real ya proyectado, en ella se notarán los elementos que intervienen en los cálculos y de sus limitaciones a la vez que se complementaran uno del otro.

Una gran cantidad de lugares ya sean edificios, hoteles, restaurantes, bodegas, etc. están mal iluminados, de hecho se dice mal proyectados; y aunque la Secretaría de Energía es la dependencia obligada a la vigilancia de las Normas Oficiales referentes a la eficiencia energética, la aplicación de los niveles recomendados por la illuminating Engineering Society y La Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación es solo para quienes las conocen.

En el Palacio de los Deportes existen dos pabellones que se pueden catalogar multiusos, ya que son utilizados para exposiciones y para todo tipo de eventos en general, dichos pabellones son de características semejantes y tienen ya su sistema de iluminación; en este trabajo solo se hará una comparación y determinaremos un sistema más eficiente al real que opera.

CAPITULO 1

1.1 LUZ Y PROCESO DE LA VISION

Es de todos conocida la importancia que tiene la luz en nuestra vida cotidiana, lo importante que significa poder ver a nuestro alrededor en aquellas situaciones donde no es posible contar con la luz natural (aquella generada por el Sol), es así que el objetivo principal de la iluminación es el de proporcionar la luz necesaria para realizar cualquier tarea visual.

Determinar esa luz necesaria depende de muchos factores a considerar, de tal forma que todo ello lleve a la mayor sensación de seguridad, sencillez y confort al ojo, sin necesidad de fatigarlo esforzarlo.

Pueden ser y de hecho son muchas las preguntas que se formulan a cerca de la luz, se distinguen desde el punto de vista de nuestras sensaciones y en los hechos físicos y todo lo relacionado con ellos.

Para poder llegar a una definición de la luz han pasado muchos siglos de estudio, teniendo así las teorías siguientes:

CARACTERISTICAS

CORPUSCULAR (Isaac Newton 1642 - 1727) - Un cuerpo luminoso emite partículas o corpúsculos dotados de gran velocidad y lanzadas al espacio en línea recta en todas direcciones.

ONDULATORIA (Christian Huygens 1629 -1695) La luz en forma de impulsos longitudinales se propaga a través de un medio denominado "Ether Luminifero" situación similar al

desplazamiento de ondas en el agua
(transmisión de energía mecánica)

ELECTROMAGNETICA (Jacobó C. Maxwell 1831 - 1879)

Define la luz como una radiación electromagnética que se propaga a gran velocidad con una dirección de *propagación perpendicular* a los campos eléctrico y magnético que también son perpendiculares entre sí. A las ondas electromagnéticas también se les llama radiación electromagnética.

CUANTICA (Max Plank 1858-1947, Albert Einstein 1879 - 1955)

Se establece que la emisión de la luz en forma de radiación es discontinua, propagándose en forma de "paquetes" o cuantos que contienen una cantidad de energía que es proporcional a la frecuencia de su radiación. Estas partículas o "cuantos", llamados fotones se propagan en el vacío a la velocidad de la luz y contienen masa, impulso y energía, es decir, todas las características de una partícula.

Cada una de estas teorías ha ido contribuyendo a su manera a la definición de los principales conceptos que explican la naturaleza de la luz.

El concepto más generalizado sobre la naturaleza de la luz consiste en que es emitida en forma de cuantos o fotones mientras que su propagación es en forma de ondas electromagnéticas. FIGURA. 1

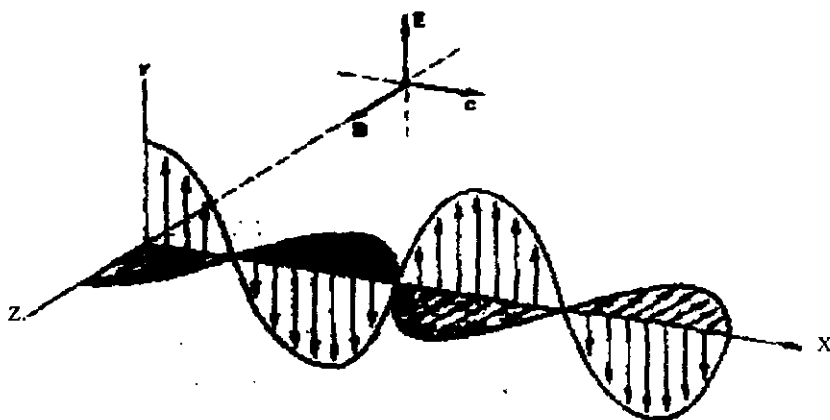


FIGURA 1

Las ondas pueden ser transversales cuando la perturbación (como en el caso de una onda electromagnética) es perpendicular al de las ondas, o longitudinales, cuando el movimiento de las partículas es paralelo al de las ondas.

Las ondas luminosas forman lo que conocemos como espectro luminoso, que está comprendido entre 4000 Å y 7800 Å de longitud de onda y solo es una pequeña parte del espectro electromagnético. FIGURA 2.

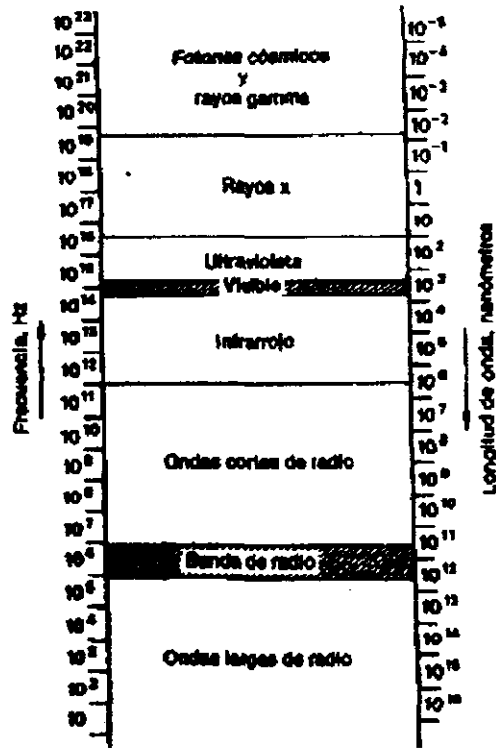


FIGURA 2

La luz, por comportarse como todos los movimientos ondulatorios se sujeta a los fenómenos de refracción, difracción y reflexión, que son bases en el diseño de control de luz.

1.2 PROCESO DE LA VISION

Se puede decir que la información que recibimos por nuestros ojos es cualquier otro sistema de comunicación; por ejemplo para exhibir algunos objetos es necesario iluminarlos, éstos actúan como fuentes luminosas al reflejar la luz que los ilumina y esta reflexión como canal informativo llega a nuestros ojos (destino) para crear en nosotros su imagen.

Es de lo anterior como se sugiere la forma en que llega a nosotros una imagen, donde el fenómeno de la reflexión juega un papel muy importante y más aún se puede decir que los cuerpos sólo impresionan nuestro sentido de la vista cuando emiten luz propia o reflejan la que reciben de algún emisor de luz.

Cabe mencionar que no toda la luz que incide sobre un cuerpo se refleja, dependiendo de su textura, acabado, etc. podrá absorber y/o dejar pasar la luz, tal es el caso de los cuerpos opacos, transparentes y translúcidos.

Definiendo la luz para los propósitos de esta tesina, se dirá que es una radiación electromagnética que al actuar sobre la retina del ojo crea una imagen visual.

Es decir, la luz entra por la CORNEA, en cuya superficie tiene lugar la mayor parte de la refracción; atraviesa luego una región que contiene el HUMOR ACUOSO, pasa por la PUPILA para llegar al IRIS y luego por el CRISTALINO, constituido por varias capas de tejido transparente; en el resto de su trayectoria encuentra un espacio que contiene el HUMOR VITREO de consistencia gelatinosa y un mosaico de terminaciones nerviosas, BASTONCILLOS y CONOS, que forman la RETINA, que es la parte del ojo sensible a la luz.

La mayoría de los conos están agrupados en un área cerca del centro de la retina, donde los rayos luminosos enfocados por el cristalino forman una imagen similar a la de una cámara fotográfica.

Su agrupamiento se hace menos denso a medida que se aumenta su distancia a la fovea. Su fina disposición en mosaico permite que se forme una imagen clara y nítida, la que es transmitida al cerebro por medio del nervio óptico. Los conos nos permiten leer, inspeccionar objetos cercanos, distinguir colores y hacer comparaciones visuales precisas.

La concentración de los conos disminuye a medida que se aumenta su distancia a la tarea. Esto es que fuera de la abertura del pequeño ángulo visual dominada por los conos, la claridad y agudeza visual disminuyen rápidamente.

Los bastones desempeñan otra función en el proceso de la visión. Están mucho menos densos que los conos y están dispersos sobre toda la superficie interna del globo ocular.

Son mucho más sensibles a la luz que los conos pero no producen una imagen finamente enfocada. Además, muchos bastones están conectados por nervios, no al cerebro, sino directamente a los músculos en distintas partes del cuerpo.

Los bastones hacen posible la visión a muy bajos niveles de iluminación. Producen reflejos automáticos musculares para la protección del cuerpo o de los propios ojos.

Por tanto se debe evitar un sistema de alumbrado que favorezca la visión con los bastones y descienda la acción de los conos. FIGURA 3

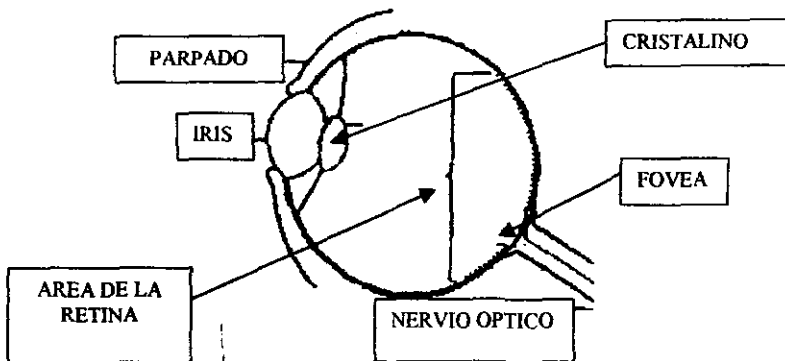


FIGURA 3

CAPITULO 2

2.1 TERMINOLOGIA Y UNIDADES DE ILUMINACION

Las unidades y magnitudes fundamentales para valorar y comparar las cantidades y los efectos de las fuentes de luz son las siguientes:

- Flujo Luminoso (Potencia Luminosa)
- Rendimiento Luminoso (Eficacia)
- Cantidad de Luz (Energia Luminosa)
- Intensidad Luminosa
- Iluminancia
- Luminancia (Brillantez)

A continuación se describirá de forma breve cada uno de los conceptos anteriores:

FLUJO LUMINOSO

A la energía radiante de una fuente de luz que produce una sensación luminosa se le llama Flujo Luminoso o Potencia Luminosa el flujo luminoso se representa por ϕ y su unidad es el Lumen (lm).

Un lumen es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por una frecuencia (f) de valor 540×10^{12} Hertz y por un flujo de energía radiante equivalente a 1/683 Watts.

Un watt de energía radiante de longitud de onda de 555nm. en el aire equivale a 683 lm aproximadamente.

EFICACIA O RENDIMIENTO LUMINOSO

El rendimiento luminoso o eficacia luminosa de una fuente de luz, indica el flujo que emite la misma por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.

El rendimiento o eficacia se representa por la letra griega eta (η) y sus unidades son lúmenes por watt (lm/w)

$$\eta = \frac{\phi(\text{lm})}{W(\text{watts})}$$

ENERGÍA LUMINOSA O CANTIDAD DE LUZ.

De forma análoga a la energía eléctrica que se determina por la potencia eléctrica por unidad de tiempo, la cantidad de luz o energía luminosa se determina por la potencia luminosa o flujo luminoso por unidad de tiempo.

La cantidad de luz se representa por la letra Q y su unidad es el LUMEN - HORA (lm-h)

$$Q = \phi \times t$$

También tiene interés conocer a efectos de cálculos económicos la cantidad de luz que emite una lámpara durante su vida.

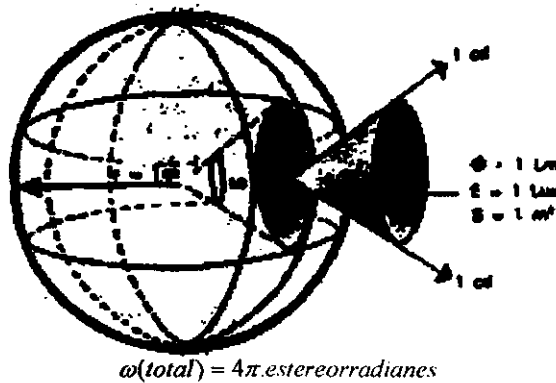
INTENSIDAD LUMINOSA

Este parámetro se entiende únicamente referido a una determinada dirección y contenido en un ángulo sólido ω (omega minúscula).

Al igual que a una magnitud de superficie corresponde un ángulo plano que se mide en radianes, a una magnitud de volumen le corresponde un ángulo sólido, que se mide en estereorradianes.

El estereorradian se define como el ángulo sólido que corresponde a un casquete esférico cuya superficie es igual al cuadrado del radio de la esfera.

FIGURA 4.



ANGULO SÓLIDO Y RELACIÓN ENTRE FLUJO LUMINOSO, INTENSIDAD LUMINOSA E ILUMINANCIA

FIGURA 4

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes.

La intensidad luminosa se representa por la letra I y su unidad es la candela (cd). Su fórmula es:

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

La candela se define como la intensidad Luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de 1 lumen en un ángulo sólido de un estereorradián.

$$cd = \frac{lm}{sr}$$

El conjunto de la intensidad luminosa de un manantial en todas direcciones constituye lo que se llama distribución luminosa.

Las fuentes de luz utilizadas usualmente tiene una superficie luminosa más o menos grande, cuya intensidad de radiación se ve afectada por la propia construcción de la fuente presentando colores diferentes en las distintas direcciones.

Haciendo pasar un plano por el eje de simetría del cuerpo luminoso se obtendría una sección limitada por una curva que se denomina Curva de Distribución Luminosa o Curva Fotométrica. FIGURA 5.

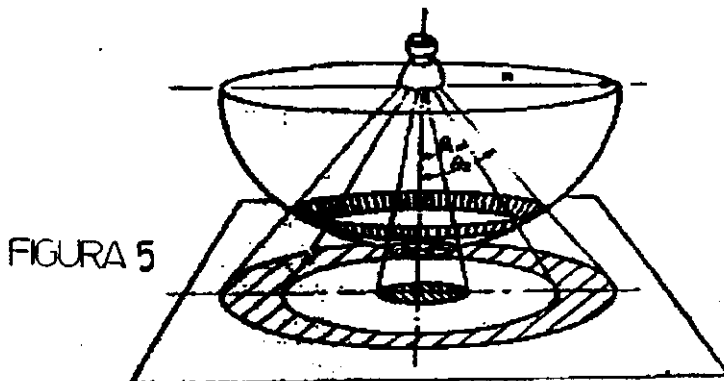


FIGURA 5

LOS DATOS DE DISTRIBUCIÓN DIVIDEN LA DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE UNA LUMINARIA EN ZONAS DE 5°. ESTE DIBUJO MUESTRA LA MANERA COMO SE VEN ESTAS ZONAS CUANDO SE PROYECTAN SOBRE EL PLANO DE TRABAJO.

Mediante la curva fotométrica se puede determinar con exactitud la intensidad luminosa en cualquier dirección dato necesario para los cálculos de iluminación.

ILUMINANCIA

La Iluminancia o iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión.

Se representa por la letra E y su unidad es el lux en el S.I.. Su ecuación es:

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

De esta ecuación se deduce que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será la Iluminancia; la iluminación será tanto mayor en la medida en que disminuya la superficie.

El lux, unidad de Iluminancia se define como la iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe uniformemente repartido un flujo

luminoso de un lumen. FIGURA 6. $Luz = \frac{1 \cdot Lm}{m^2}$

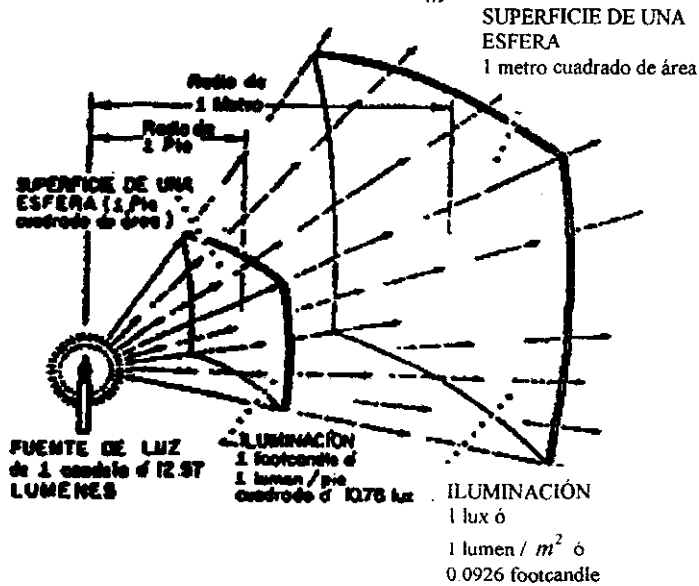


FIGURA 6

LUMINANCIA O BRILLANTEZ

La luminancia de una superficie en una dirección determinada es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente (Superficie vista por el observador situado en la misma dirección).

La luminancia se representa por la letra L y su unidad es el NIT (nt) o candela por metro cuadrado (cd / m^2).

La ecuación que expresa la luminancia es:

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

donde: $S \cos \alpha$ es la superficie aparente.

La luminancia puede ser directa o indirecta, correspondiendo la primera a los manantiales luminosos y la segunda a los objetos iluminados. FIGURA 6a.

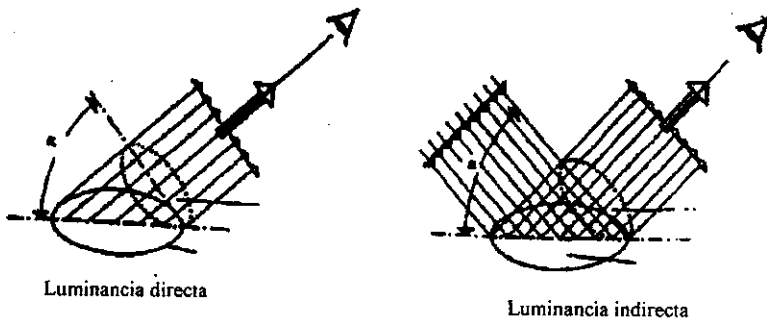


FIGURA 6a

La luminancia es lo que produce al ojo la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada por los cuerpos.

La mayor o menor claridad con que vemos los objetos iluminados, depende de su luminancia.

La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancia, por tanto el ojo ve diferencias de luminancia y no de iluminación.

UNIDADES DE ILUMINACION

Las unidades lúmenes, candelas, estereorradianes y eficacia no se ven afectados por la conversión del sistema inglés al métrico ó Sistema Internacional de Unidades, solo se ven afectados aquellos términos que involucran unidades de longitud o área. Por tanto solo las unidades de luminancia e Iluminancia se ven afectados por esta conversión.

En el sistema inglés la unidad de Iluminancia es el footcandle (fc) y equivale a un lumen por pie cuadrado:

$$fc = \frac{lm}{pie^2}$$

La conversión de footcandles y luxes se reduce a la conversión de pies cuadrados a metros cuadrados por que los lúmenes son comunes:

$$1 \text{ pie} = 0.3048 \text{ metros}; 1 \text{ pie}^2 = 0.0929 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ footcandle} = 1 \text{ lm/pie}^2 \times \text{pie}^2 / 0.0929 \text{ m}^2 = 10.7639 \text{ lux ó}$$

$$\text{también } 1 \text{ fc} / 10.76 \text{ lux} = 1$$

En el Sistema Inglés la unidad de Luminancia es el footlambert y equivale a una candela por pie cuadrado.

$$fl = \frac{cd}{pie^2}$$

La conversión entre footlamberts y Nits se reduce también a una simple conversión de metros cuadrados a pies cuadrados pero se debe incluir el valor π

$$fl = \frac{1}{\pi} \frac{cd}{pie^2} \left(\frac{pie^2}{0.0929m^2} \right) = 3.4262 Nits$$

o también $\frac{fl \cdot m^2}{3.426 \text{ cd}} = 1$

CAPITULO 3

LAMPARAS (FUENTE DE LUZ ARTIFICIAL)

Cuando ya no se tiene la luz del Sol a disposición es necesario generar luz artificial; se tienen básicamente dos métodos de generación de Luz eléctrica: incandescencia y descarga eléctrica.

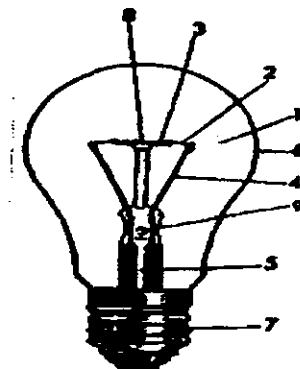
Dentro del método de descarga eléctrica se tiene el tipo fluorescente y de descarga gaseosa.

3.1 LAMPARAS INCANDESCENTES

La lámpara incandescente se compone de un filamento de alambre (generalmente de tungsteno) que va colocado en un montaje adecuado y encerrado en un bombillo o bulbo de vidrio relleno de gas o al vacío. Al conectarse la lámpara a un circuito eléctrico, la corriente que pasa por el alambre del filamento tiene que superar su resistencia y la energía consumida calienta el filamento al punto de incandescencia, haciéndolo que destelle. FIGURA. 7

FIGURA 7

- 1- Atmósfera gaseosa
- 2- Filamento espiralado de Tungsteno
- 3- Soportes para el filamento
- 4- Hilos de toma de corriente
- 5- Tubo de vacío
- 6- Bulbo
- 7- Casquillo
- 8- Botón
- 9- Orificio exhaustor



De este tipo de lámpara existen diferentes tipos y formas, las hay al vacío o rellenas de gas, de forma recta, de pera o tubular, etc. para voltaje normal (de 115-125 volts), de alto voltaje (220-300 volts) de bajo voltaje (6-75 volts) las hay para servicios rudos, de servicio vibratorio etc.

Los principales inconvenientes de la lámpara incandescente son: vida corta y baja incandescencia

Sus ventajas: tamaño, bajo costo, no es afectada por la temperatura, no necesita accesorios de arranque, son de calor cálido, su flujo luminoso es fácilmente controlable, opera en C.A. y en C.C.

3.2 LAMPARAS FLUORESCENTES

La lámpara fluorescente es una fuente de descarga eléctrica que hace uso de la energía ultravioleta generada a una alta eficiencia por un vapor de mercurio en un gas inerte (argón, criptón o neón) a baja presión para activar un revestimiento de material fluorescente (fósforo) puesto sobre la superficie interna de un tubo de vidrio. El fósforo simplemente actúa como transformador para convertir la luz ultravioleta invisible en luz visible.

Esencialmente, la lámpara es un bombillo tubular revestido y evacuado que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas inerte.

Un electrodo especialmente tratado, denominado "cátodo incandescente" va sellado en ambos extremos. FIGURA 8

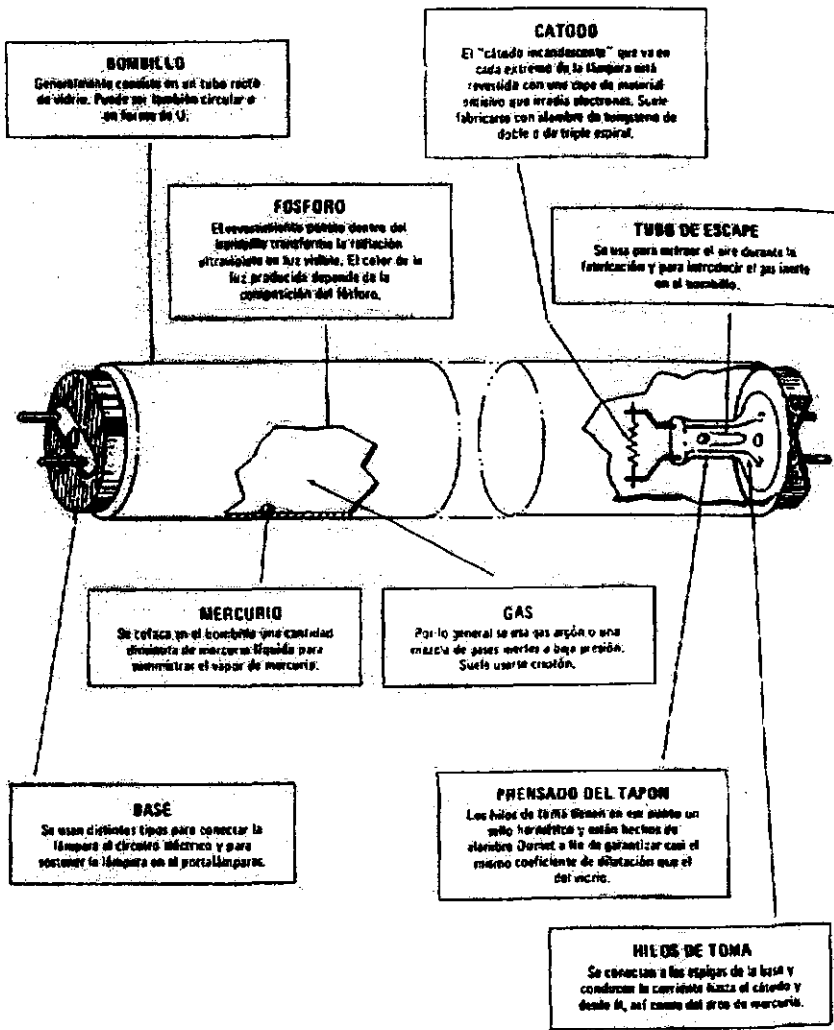


Figura 8 Elementos básicos de una lámpara fluorescente típica de ánodo incandescente.

Al encenderse inicialmente una lámpara fluorescente, el paso de la corriente eléctrica a través de los electrodos hace que estos se calienten y suelten electrones del material emisivo con el cual están revestidos.

Además de los electrones liberados térmicamente, hay también electrones desprendidos por la diferencia de potencial entre los electrodos. Esos electrones viajan a altas velocidades desde un electrodo hasta el otro, estableciendo una descarga eléctrica o arco a través del vapor de mercurio. La lámpara se calienta rápidamente, aumentando la presión de vapor de mercurio al valor de máxima eficiencia.

Un arco de esa naturaleza, encerrado en un tubo de vidrio, tiene ciertas características que varían con la presión del gas y con el voltaje aplicado a los electrodos.

La característica más importante es la producción de luz visible y ultravioleta.

El choque entre los electrones de rápido movimiento desde los electrodos y los átomos de mercurio desprenden los electrones de los átomos de mercurio de su órbita. Esos electrones desplazados casi inmediatamente regresan a su lugar normal, liberando, por lo tanto, la energía que han absorbido, principalmente en forma de radiación ultravioleta a una longitud de onda de 253.7 nm.

La radiación ultravioleta es convertida en luz visible por los fósforos, los cuales tienen la propiedad de absorber la energía ultravioleta y de volverla a irradiar a longitudes de onda mayores que se puedan observar como luz visible.

En otras palabras, los fósforos son excitados al punto de fosforescencia por la energía ultravioleta de la longitud de onda debida.

El color de la luz producida depende de la composición química del revestimiento que va dentro del bombillo o foco.

Para este tipo de lámparas existen las tubulares, circulares, en forma de U, etc.

Una de las ventajas más importantes de las lámparas fluorescentes es su alta eficacia. Sin embargo los voltajes deben incluir las perdidas producidas por el reactor de arranque o encendido.

Aproximadamente el 60 por ciento de la energía de entrada en una lámpara fluorescente tipo blanco frío se convierte directamente en radiación ultravioleta, con un 38 por ciento pasando a ser calor y 2 por ciento a luz invisible. El fósforo cambia alrededor de 21 por ciento del ultravioleta en luz visible, convirtiéndose en calor el 39 por ciento restante. La conversión del 23 por ciento de energía en luz para una lámpara fluorescente de 40 watts, es aproximadamente el doble del porcentaje de una lámpara incandescente de 300 watts, la cual cambia únicamente 11 por ciento de la energía que entra en luz.

Así el rendimiento luminoso de estas lámparas es elevado, llegando a alcanzar los 96 lm/W, otros tonos de estas lámparas son luz de día y blanco cálido aparte del blanco frío.

Las lámparas fluorescentes se utilizan primordialmente en oficinas, despachos, escuelas, ascensores, bibliotecas, tiendas comerciales, etc., debido a que proporcionan una buena iluminación y que emiten poco calor, haciendo que sean agradables a la vista y de gran confort.

3.3 LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (H I D)

Las clases más comunes de fuentes de luz de Alta Intensidad de Descarga (HID por sus siglas en inglés) son la lámpara de vapor de mercurio en alta presión (VMAP), la lámpara de vapor de aditivos metálicos (VAM) y las de vapor de sodio en alta presión (VSAP).

Aunque las lámparas de vapor de mercurio en alta presión, debido a su baja eficacia y bajo rendimiento de color, no se tomará en cuenta en este trabajo.

Todas estas lámparas tienen un tubo de arco sellado, el cual es como un relámpago encerrado en una botella, aunque en este caso la radiación es sostenida, no se disipa de inmediato.

La electricidad aplicada a los dos extremos del tubo del arco excita un gas "de arranque", que a su vez calienta un compuesto metálico hasta ionizarlo, convirtiéndolo en la principal fuente de luz.

Cada uno de los tres tipos de luz contiene un metal o una combinación de metales diferentes dentro del tubo, y la energía radiante que emite cada tipo de lámpara es de una longitud de onda determinada.

Todas las fuentes HID requieren de una balastro que controle la corriente que llega al arco una vez que éste ha iniciado. Si no se utiliza una balastro, la lámpara se destruirá al poco tiempo.

Las características dinámicas de cada tipo de lámpara son ligeramente diferentes, por ello cada una requiere de un tipo específico de balastro.

LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS (VAM)

Son lámparas diseñadas para iluminación industrial y exterior, actualmente existe un modelo para casi todas las aplicaciones. Las potencias van desde 70 hasta 1500 watts con diversas formas de bulbos y bases.

Su construcción se basa en una ampolla de vidrio duro en la cual se encuentra alojado un volumen de gas noble con componentes metálicos de mercurio y algunos otros elementos, de donde reciben el nombre de aditivos metálicos. FIGURA 9

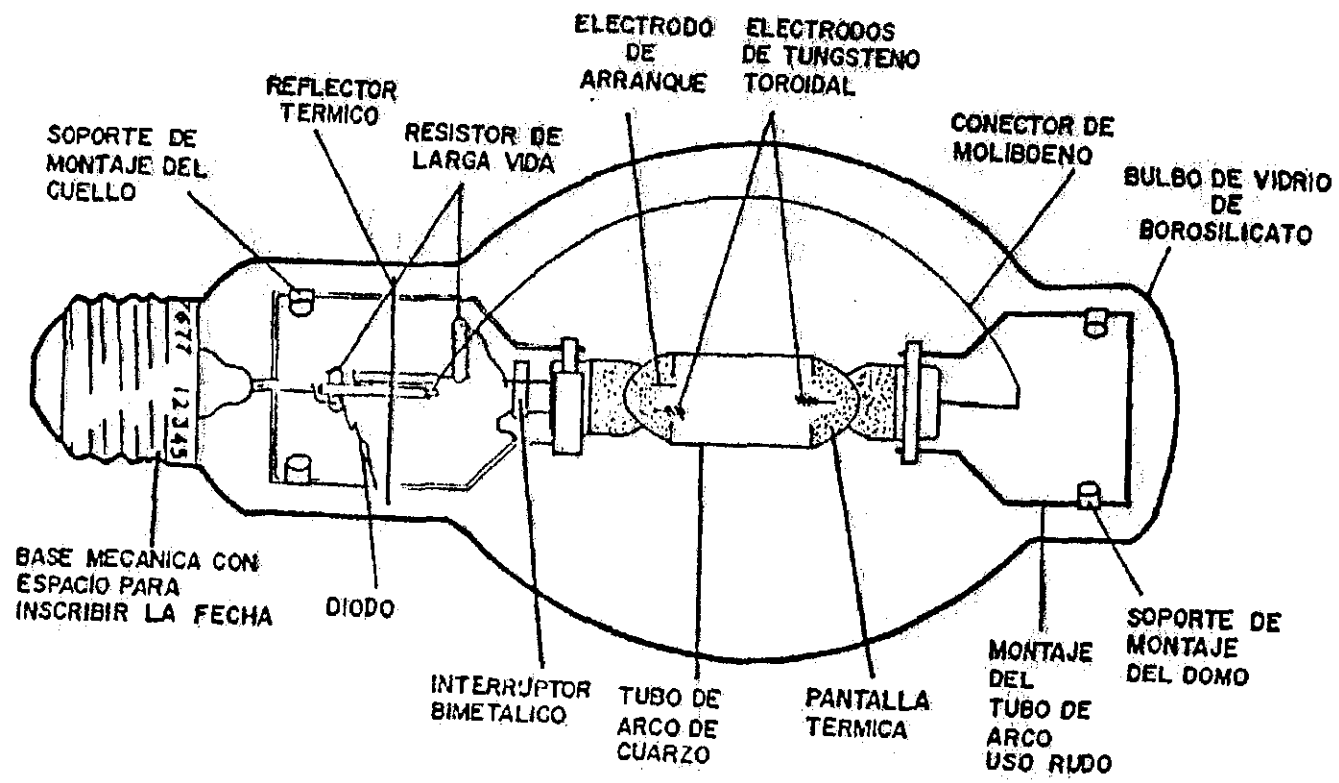
Son lámparas de la familia de vapor de mercurio por lo que ofrecen gran cantidad de luz con la característica de que el color se ve modificada por los nuevos compuestos adicionados, obteniéndose una buena reproducción cromática.

La mayor parte de estas lámparas requieren de luminarios cerrados para proteger al usuario de una posible ruptura de bulbo, porque aunque no es frecuente, se han tenido casos en que las lámparas de VAM han estallado.

Algunos tipos de lámparas pueden utilizarse en luminarios abiertos, empleando gases que funcionan como un aislante entre los gases normales en el tubo de descarga y el interior del bulbo.

Entre los inconvenientes de las lámparas de VAM se encuentran el largo tiempo de estabilización y el mayor tiempo de reencendido.

Lámpara de Aditivos Metálicos



25

FIGURA 9

Aún una interrupción momentánea de energía eléctrica puede producir de 10 a 15 minutos de interrupción en el sistema de iluminación, lo cual puede resultar de alto riesgo.

Actualmente se encuentran disponibles lámparas de VAM de reencendido inmediato.

Debido al manejo de tensiones de hasta 30 000 volts necesarias para reencender la lámpara caliente, el socket y todo el conjunto deben tener un diseño y manejo especial.

Estas lámparas se fabrican en potencias grandes, desde 70 watts hasta 1650 watts.

LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION (VSAP)

Las lámparas de vapor de sodio en alta presión habían sido diseñadas para aplicaciones industriales, exteriores y de seguridad, con una gran eficacia. Después empezaron a utilizarse para alumbrado público y hoy en día es la lámpara que domina ampliamente el mercado mundial en esta aplicación.

Es actualmente la lámpara de luz policromática más eficaz con un Índice de Rendimiento en Color (CRI) bajo, por lo que sus aplicaciones están en aquellas que no requieran de una alta discriminación de color.

A diferencia de las lámparas de aditivos metálicos, las de VSAP no tienen electrodos de arranque.

Gracias a los circuitos de arranque electrónicos del balastro, los períodos de calentamiento y reencendido son mucho más cortos que en las lámparas de aditivos metálicos.

Estas lámparas de VSAP no necesitan de luminarios cerrados, excepto para prevenir que se acumule la humedad en ellas. Esto las hace adaptables en diferentes tipos de luminarios.

Además, la insensibilidad de las lámparas de VSAP a la posición de operación se traduce en un menor número de tipos de lámparas, comparado con el de aditivos metálicos.

Este tipo de lámparas se fabrican en diferentes potencias. Sus eficacias (64 a 140 lm/W) aumentan conforme crece su potencia.

Algunas lámparas de VSAP se fabrican con dos tubos de descarga, para obtener un reencendido instantáneo y una larga vida nominal de la lámpara.

Debe notarse que el período de calentamiento de la lámpara permanecerá en el momento de la interrupción de energía eléctrica, sin embargo, la lámpara no tendrá que enfriarse para que el segundo arco entre en operación. FIGURA 10

PARTES BASICAS DE LA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO

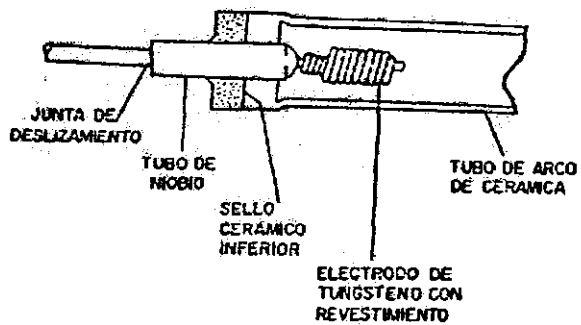
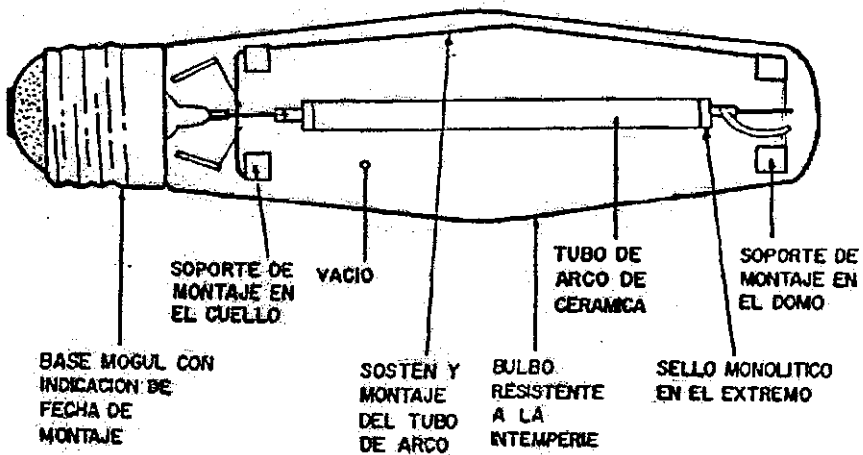


FIGURA 10

3.4 BALASTROS Y DISPOSITIVOS DE ARRANQUE

Las lámparas de HID requieren de un balastro que regule la corriente en el tubo de descarga y que proporcione una tensión de sostenimiento del arco para que la lámpara no se apague. Las lámparas estándar de VAM de potencias grandes utilizan un electrodo de arranque para iniciar el arco, pero las de potencias menores y todas las de VSAP usan un ignitor que genera un pulso de alto voltaje para el encendido, por lo que no tienen electrodos de arranque.

El ignitor es un circuito electrónico que se alimenta eléctricamente del propio balastro y genera un pulso de ciertas características cuando la lámpara esta apagada.

3.5 ENCENDIDO Y ESTABILIZACION

No es posible encender una lámpara de HID fría y producir al instante los lúmenes nominales. Todas las lámparas de HID emplean una mezcla de gases y metales en el tubo de arco. Cuando la lámpara se energiza, la temperatura y la presión se incrementan gradualmente produciendo un vapor metálico a través del cual se establece la descarga eléctrica.

El encendido dura unos cuantos segundos pero el período de calentamiento hasta la estabilización puede durar de 2 a 10 minutos, dependiendo del tipo de lámpara, tiempo durante el cual se presentan diferentes temperaturas de color.

3.6 VIDA

La vida de las lámparas de HID depende del tipo de lámpara, de su potencia, de la posición de operación, de los periodos de encendido-apagado y de la calidad del suministro eléctrico y tipo de balastro.

Para aplicaciones similares las lámparas de HID tienen una vida equivalente a la de las fluorescentes y muchas veces mayor a las de las incandescentes.

Varían dentro de un rango muy amplio, desde 3 000 horas en las lámparas de VAM de 1 500 watts, usada en instalaciones deportivas hasta 24 000 horas o más en las lámparas normales de VSAP.

3.7 SENSIBILIDAD A LA TEMPERATURA

Las lámparas de VAM presentan generalmente dificultades en el arranque a temperaturas muy bajas, reduciéndose además su vida cuando se tienen arranques frecuentes a temperatura ambiente inferior a 12° C bajo cero.

El sistema con VSAP es menos sensible a las bajas temperaturas y puede arrancar con temperaturas de hasta 30° C bajo cero.

3.8 POSICIÓN DE OPERACIÓN

Muchas de las lámparas de HID están diseñadas para operar en una posición específica, como puede ser horizontal (H), vertical base arriba (BU), vertical base abajo (BD) y vertical base arriba / base abajo (BU / BD).

Si las lámparas se operan en posición inadecuada, la vida y los lúmenes se reducen notablemente, por lo que los fabricantes generalmente incluyen en sus catálogos la posición de operación correcta.

Las lámparas de VSAP son casi siempre de posición universal (U).

Posición universal.-

Aunque las lámparas de VAM de posición universal pueden trabajar en cualquier posición, generalmente en posición vertical presentan mayor vida y lúmenes que cuando su tubo de arco sobrepasa los 15° con respecto a la vertical.

Posición vertical.-

Las lámparas para posición vertical pueden ser del tipo BU, BD ó BU / BD. Estas lámparas tienen un 10% más de eficiencia que las lámparas en posición universal. Tienen el inconveniente de reducir su vida y eficiencia drásticamente si la posición se modifica.

Posición horizontal.-

Estas lámparas tienen un excelente desempeño cuando trabajan en la posición correcta. Su aplicación es principalmente en exteriores e iluminación deportiva, su eficacia es similar a las de posición vertical.

Lámparas Metalarc – Posición de Operación

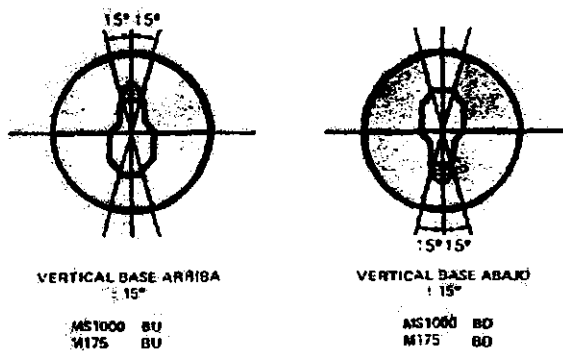
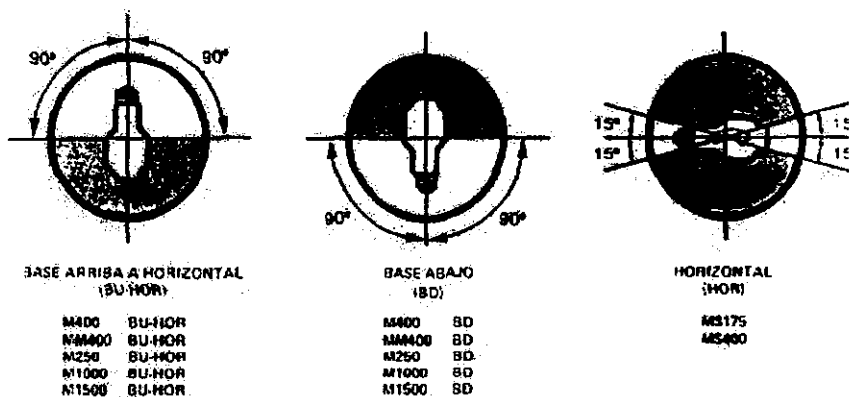


FIGURA 11

CAPITULO 4

4.1 LUMINARIAS

Las luminarias están diseñadas para desempeñar varias funciones; proporcionan conexión eléctrica a las lámparas, adaptan la lámpara y la balasta al medio ambiente, aún cuando éste sea húmedo, corrosivo o peligroso; y lo que es más importante, proporcionan una buena apariencia física y un control de la luz adecuado para el uso que se hará de ella.

En general, las luminarias se dividen en interiores y exteriores; se subdividen en fijas y ajustables (dirigible al objetivo).

4.2 CONTROL DE LA LUZ

Las luminarias están diseñadas para controlar la distribución de la luz. Por tanto es conveniente conocer los métodos que se utilizan para controlar la luz. Estos métodos están basados en las leyes de la reflexión y la refracción.

REFLEXION ESPECULAR

Se aplica la ley de la reflexión regular o reflexión especular, cuando la luz cae o incide sobre una superficie plana y altamente pulida.

Esta ley establece que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia. El ángulo del rayo incidente y el ángulo del rayo reflejado se miden por la línea normal, la cual es perpendicular a la superficie reflejante.

Cuando la superficie a iluminar es curva, el rayo incidente y el rayo reflejado forman ángulos iguales con la normal a la línea tangente pasando por el punto de incidencia.

REFLEXION DISEMINADA

Cuando se trata de superficies rugosas, ásperas o facetadas, sus características reflejantes son diferentes a las superficies planas.

La superficie se convierte en una cantidad de superficies especulares minúsculas que reflejan la luz en diferentes direcciones. Existe pues una difusión de los rayos de luz reflejados.

La cantidad de difusión depende de los materiales utilizados, el contorno de la superficie y el método de acabado.

En cualquier caso, los rayos tienden a ser reflejados en direcciones cercanas a las líneas en donde ocurriría la reflexión especular.

REFLEXION DIFUSA

Las superficies no metálicas formadas por cristales pequeños reflejan la luz de manera difusa. Los rayos de luz son reflejados en todas direcciones, independientemente de la luz incidente.

REFRACCION

Cuando la luz pasa de una sustancia a otra, y esta última es de diferente densidad a la primera, el rayo penetra con diferente ángulo de inflexión, a menos que el ángulo de incidencia sea el ángulo normal a la superficie.

El grado de inflexión depende de las densidades relativas de las dos sustancias, la longitud de onda de la luz y el ángulo de incidencia. La luz se desvía hacia la normal cuando entra a un medio más denso y al contrario cuando el grado de densidad es menor.

El grado de inflexión del rayo se calcula utilizando la ley de Snell la cual se expresa matemáticamente como:

$$N_1 \text{ seno } i = N_2 \text{ seno } r$$

En donde:

N_1 = índice de refracción del primer medio

i = ángulo que forma el rayo de luz incidente con la normal a la superficie

N_2 = índice de refracción del segundo medio

r = ángulo que forma el rayo de luz refractado con la normal a la superficie

CAPITULO 5

5.1 CONSIDERACIONES PARA DISEÑO Y CALCULOS

Aplicación a un caso real

Niveles de luz recomendados.

Los niveles de iluminación recomendados por la IES, para las distintas actividades; ya sean industriales, oficinas, escuelas, hoteles, etc.; son los mismos que los del ANSI (American National Standards Institute).

Las normas del ANSI son los niveles mínimos recomendables para las diferentes actividades; para aquellas personas que posean una agudeza visual inferior a la normal, pueden requerir niveles de iluminación más altos para poder realizar las mismas actividades con la misma eficacia que aquellos que poseen una visión normal.

En el caso de los pabellones del Palacio de los Deportes, se tomo un nivel recomendado de 300 luxes, dicho nivel se obtuvo de considerar estos pabellones como auditorios de exhibición. La tabla de niveles recomendados se puede consultar al final de este trabajo para otras actividades.

En todos los casos se recomienda mantener constantes los niveles de iluminación. El flujo luminoso de la mayoría de la fuentes de luz disminuye con el paso del tiempo, no sólo por depreciación de los lúmenes de la lámpara, sino también debido a otros factores, tales como la acumulación de polvo en la superficie de las luminarias o de las habitaciones.

Por lo anterior, cuando se diseña un sistema de iluminación se tienen en cuenta estos factores por lo que se aplica un nivel inicial de iluminación ligeramente mayor, a fin de mantener los niveles mínimos recomendados.

REFLECTANCIAS

En el interior de un local, todos los lúmenes emitidos por una luminaria finalmente son absorbidos, ya que el área está cerrada; sin embargo, mientras más luz incidente es reflejada por el techo y las paredes más energía radiante está cruzando continuamente el lugar.

En general, mientras mayor es la reflectancia existente mayor es la utilización de la luz. Las reflectancias pueden estimarse o medirse.

Si se desconocen las reflectancias, se recomienda aplicar un valor de 30 por ciento a las paredes y al techo, y un 20 por ciento al piso. En este caso se aplicaron estos índices de reflexión por el pobre mantenimiento que se aplica en la estructura de los pabellones.

SELECCIÓN DE LAS FUENTES DE LUZ Y LUMINARIA

Los datos fotométricos pueden ayudar en la selección de las fuentes de luz y las luminarias.

En nuestro caso se hizo la elección de una fuente de luz HID, debido a la altura de montaje requerida en estos pabellones (8 metros), donde las lámparas incandescentes y fluorescentes no serían eficientes para nuestros propósitos.

Se determinó utilizar una lámpara de aditivos metálicos (AM) debido a su alta eficacia y por su alto rendimiento de color, que en el caso de una lámpara de VSAP no es bueno.

5.2 INFORMACION FOTOMETRICA

La Illuminating Engineering Society, especifica diversos métodos de pruebas fotométricas y formulas para la presentación de estas, según el equipo de iluminación bajo consideración.

Las hojas de información fotométrica proporcionan dos tipos de datos:

Características del luminario.- recopiladas directamente de la prueba.

Características de operación.- calculadas a partir de las características individuales del luminario.

La medición de la intensidad luminosa que emite el luminario se realiza colocándolo en el centro de una esfera imaginaria cuyo radio es igual a la distancia de prueba. Estas mediciones son graficadas para proporcionar la curva de distribución en candelas potencia, lo cual muestra la intensidad luminosa en cualquier dirección relacionada con la posición considerada del luminario ya en servicio.

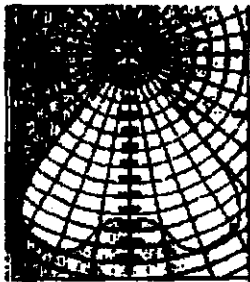
La hoja de información fotométrica proporciona todos los parámetros necesarios para calcular un problema específico y verificar lo proyectado. También permite comparar la distribución fotométrica de varios tipos de luminarios.

El usuario deberá tener precaución en no basar su elección solamente en pequeñas variaciones manifestadas en las hojas de información fotométrica.

Identificación de la información fotométrica.

Todas las hojas de información fotométrica cuentan con un número de identificación. Este número de identificación y una revisión de la información aclaran la diferencia entre dos curvas publicadas. FIGURA 12

PHOTOMETRIC - TEST
REPORT
HOLOPHANE COMPANY, INC



DISTRIBUCIÓN DATA

Angle degrees	Candle-power	Lumens
0	13082	
5	12982	1259
10	13696	
15	15529	4276
20	16102	
25	15945	7386
30	15812	
35	14447	8134
40	8597	
45	4160	3855
50	2186	
55	1278	1263
60	759	
65	492	520
70	321	

Test of holophane: 712

Position of lamp. : light center in set posición

Lamp. : 400 W. Clear mh lumens. : 36000

Watts : 400 Bulb. : E-37

Test distance. : 25 Ft S.C. : 1.23

RCR	CU
0	0.81
1	0.74
2	0.67
3	0.61
4	0.56

5.3 Método de lumen.

El método de lumen es la manera de calcular el nivel esperado de iluminación sobre un plano horizontal, a partir de la combinación de la lámpara y el luminario. En este caso el flujo luminoso se expresa en lúmenes. La fórmula siguiente se utiliza para calcular el nivel esperado de luz por este método:

$$E = \frac{N \times LL \times CU \times FM}{\text{área}}$$

En donde:

E = nivel de iluminación.

N = número de luminarios.

LL = lúmenes iniciales de la lámpara.

CU = coeficiente de utilización.

FM = factor de mantenimiento.

Area = tamaño de área a iluminar.

Número de luminarios (N). La fórmula puede plantearse nuevamente para calcular el número de luminarios que van a ser utilizadas. Quedando de la manera siguiente:

$$N = \frac{E \times \text{Area}}{LL \times CU \times FM} \quad \text{Ecuación 1}$$

Lúmenes de lámpara (LL). Esta es la potencia inicial de las lámparas. En los datos fotométricos es proporcionado este valor.

Coficiente de utilización (CU). Es la razón de lúmenes que llegan al plano de trabajo al total de lúmenes generados por la lámpara. El coeficiente de

utilización toma en cuenta las interreflectancias de la luz en el local, la eficiencia y la distribución del luminario, la altura de montaje y proporciones del local (Método de cavidad zonal).

La ecuación para el método de cavidad zonal es:

$$RCR = \frac{500(L + A)}{L \times A} \quad \text{Ecuación 2}$$

Factor de mantenimiento (FM). También llamado factor de pérdida de luz. Los factores de pérdida de luz son aquellos que al cabo de un tiempo, contribuyen a disminuir la producción de luz.

Este factor esta constituido por la depreciación de lúmenes de la lámpara (LLD) y la depreciación de luminarios por polvo (LDD), aunque existen otros componentes como caída de voltaje, depreciación por suciedad en el local, etc.

La depreciación de lúmenes por lámpara es proporcionada por el fabricante. El valor de LLD es un porcentaje de lúmenes que todavía emitirá una lámpara en el transcurso de un tiempo determinado, es decir, hasta el momento de ser expuesta a un mantenimiento.

Los valores de depreciación por polvo los proporciona también el fabricante, pero dependen de factores como son el tipo de ambiente que se generara alrededor del luminario y el periodo de mantenimiento que recibirá el sistema.

Aplicación al caso.

Datos:

Nivel recomendado: 300 luxes (I. E. S. 99%) Auditorios para exhibición.

Reflexiones: Piso 20%

Techo 30%

Pared 30%

Altura de montaje (h cc): 8 metros. Se utilizara esta sola altura, el diseño real presenta diferentes alturas de montaje, lo cual hace que se tengan manchas de luz a lo largo del pabellón.

El área a iluminar es de 4500 m², sin embargo para facilidad de cálculos, debido a la disposición arquitectónica, se tomara un área de 5400 m².

Se selecciono un luminario Prismpack V de Holophane, teniendo la consideración del tipo de curva y nivel de iluminación que proporciona.

Aplicando la ecuación 2:

$$RCR = 1.17$$

Obteniendo así un CU = 0.728 De datos fotométricos.

El factor de mantenimiento será:

$$FM = LLD \times LDD \quad FM = 0.696$$

$$LLD = 0.8$$

$$LDD = 0.87$$

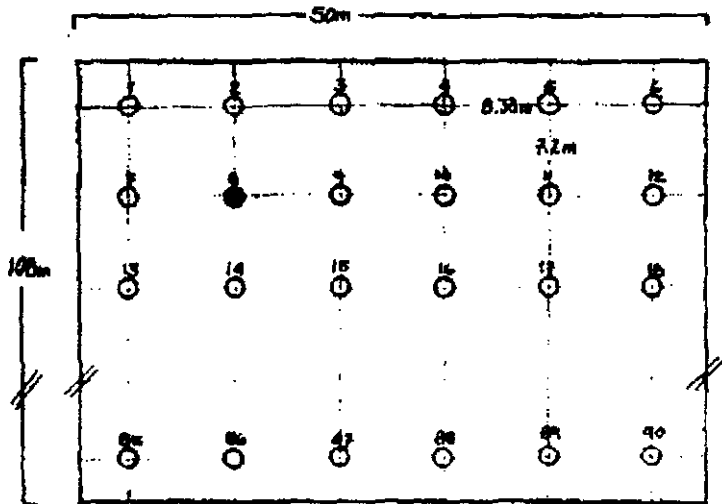
Sustituyendo estos datos calculados y obtenidos de tablas, en la ecuación 1 se tiene:

$$N = 90 \text{ luminarios.}$$

Como se requiere un arreglo cuadrangular se utiliza la formula de espaciamiento teórico

$$S_t = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N}} \quad S_t = 7.74$$

el arreglo conveniente a partir del espaciamiento teórico y el número necesario de luminarios es un arreglo de 6 x 15.



ARREGLO DE LOS LUMINARIOS PARA EL AREA DE 5400 m^2

5.4 Método de punto por punto.

Se utiliza para determinar el nivel de iluminación esperado en un punto ya sea horizontal o vertical en particular, y es útil para calcular la uniformidad de la iluminación.

La formula básica de este método es:

$$E = \frac{I \alpha \cos^3 \alpha}{h c^2}$$

Donde α es el ángulo formado por la dirección al punto de interés y la vertical justo debajo del luminario. $I\alpha$ es la intensidad luminosa en ese punto.

Aplicando esta fórmula en el arreglo 6 x 15 obtenido se tendrá para el luminario 8 (punto A), los siguientes datos

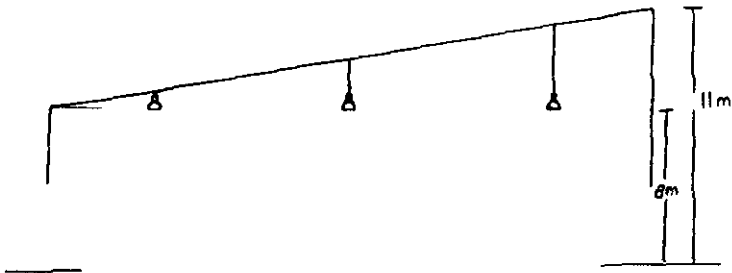
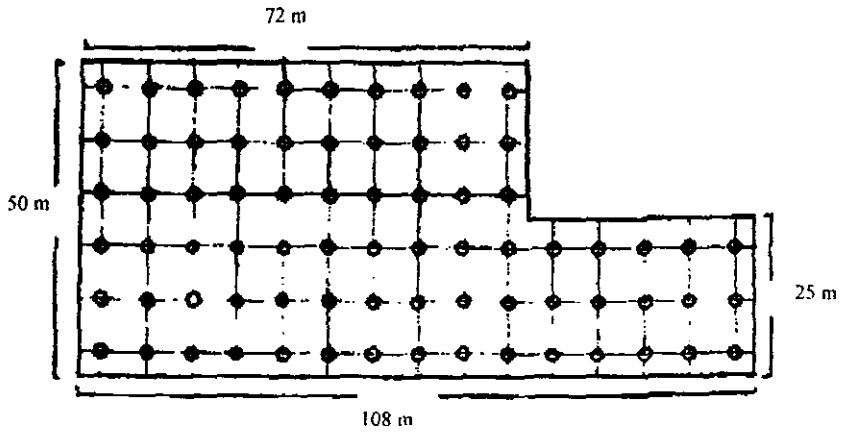
Luminario	α	$I(\text{candelas})$	E(Luxes)
1	53.99	1461.42	4.64
2	41.98	6839.9	43.90
3	53.99	1461.42	4.64
7	46.15	3705.98	19.25
8	0	13082	204.40
9	46.15	3705.98	19.25
13	53.99	1461.42	4.64
14	41.98	6839.9	43.90
15	53.99	1461.42	4.64

Haciendo la suma de estos datos obtenemos un nivel de iluminación en el punto A (debajo del luminario 8), $E=349.26$ Luxes que es un nivel de iluminación inicial.

Aplicando el factor de mantenimiento $FM = 0.696$ se obtiene un nivel mantenido $E = 243.08$ Luxes, que es un nivel aceptable en este proyecto.

En el caso arquitectónico real de 4500 m^2 tendremos la utilización de 75 luminarios en total, teniendo un ahorro de 15 luminarios.

A continuación se presenta las características arquitectónicas de los pabellones, además de la distribución propuesta del equipo que se selecciono para este diseño.



CONCLUSIONES

La correcta aplicación de los criterios a los diseños de aplicación, así como el buen manejo de la información fotométrica, permite hoy día tener sistemas de iluminación eficaces y óptimos.

Como se menciona al inicio de este trabajo, la aplicación de los métodos de diseño ilustrados en esta tesina fueron aplicados a un caso real.

Por la diferencia de alturas de montaje que presenta el diseño real, el problema que se tiene en la iluminación es la presencia de manchas de luz en la superficie de trabajo (el piso del pabellón). Este problema de iluminación es perceptible a la vista por que es muy marcado, sobre todo en donde la altura de montaje es menor.

Los pabellones de exhibición operan con luminarios de aditivos metálicos de 40 watts, en cada pabellón el sistema es de 90 luminarios; a la aplicación del criterio de uniformidad, los resultados obtenidos por el método de lumen han sido proponer un sistema operante de 75 luminarios para la misma superficie de trabajo, teniendo así una disminución considerable de equipo, además de conseguir la uniformidad de iluminación en el sistema.

Por el método punto por punto se comprobó la uniformidad que se obtiene para este diseño por el equipo propuesto.

Así, el diseño propuesto sería un sistema más óptimo en costo y eficacia de iluminación.

En lo que se refiere al equipo en general, existen un sin fin de marcas comerciales de iluminación, cuyos catálogos están a disposición de diseñadores.

Es importante mencionar que algún sistema diseñado no será la única opción, siempre habrá otras, todo dependerá de los criterios que se apliquen al proyecto.

APENDICE

OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS

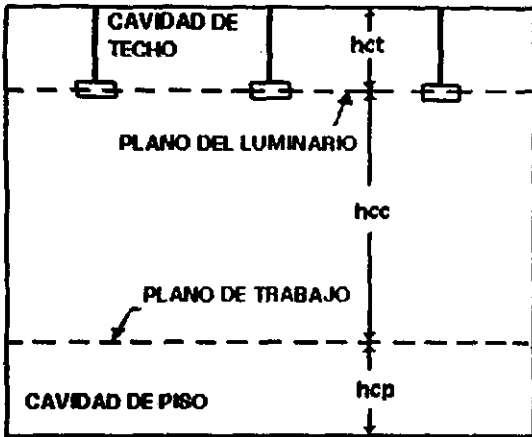
AUDITORIOS		
Para exhibiciones	300	200
Para asambleas	150	100
Para actividades sociales	50	50
BANCOS		
Vestibulo (iluminación general)	500	300
Pagadores, contadores y recibidores	1500	900
Gerencia y Correspondencia	1500	900
BIBLIOTECAS		
Sala de lectura	700	400
Anaqueles	300	200
Reparación de libros	500	300
Archiveros y catalogar	700	400
Mesa checadora de salidas y entradas de libros.	700	400
CENTRAL DE BOMBEROS (Véase Edificios Municipales)		
CLUBES		
Salas de descanso y de lectura	300	200
CORREOS		
Vestibulos, sobre mesas	300	200
Correspondencia, selección, etc.	1000	600
CORTES DE JUSTICIA (O TRIBUNALES)		
Areas de asientos (pública)	300	200
Areas de actividades propias de la corte	700	400

EDIFICIOS MUNICIPALES.

BOMBEROS Y POLICIA		
Policia:		
Archivos de identificación	1500	900
Celdas y cuartos para interrogatorios	300	200
Bomberos:		
Dormitorios	200	100
Sala recreativa	300	200
Garage carros bomba	300	200
ESCUELAS		
Salones de clase	700	400
Salones de dibujo (sobre escritorio)	1000a	600a
Lectura de movimientos de labios (sordo-mudos), pizarrones, costura	1500a	900a
GALERIAS DE ARTE		
Iluminación general	300	200
Sobre pinturas (focalizado)	300b	200b
Sobre estatuas y otras exhibiciones	1000c	600c
IGLESIAS		
Altar, retablos	1000e	600e
Coro (O) y presbiterio	300e	200e
Púlpito (iluminación adicional)	500e	300e
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	150e	100e
Ventanales emplomados:		
Color blanco	500	300
Color mediano	1000	600
Color obscura	5000	3000
Ventanal muy denso	10000	6000
MERCADOS		
Bodegas y Cuartos de Almacenamiento		
Activos	200	100
Inactivos	50	50
Carnicerías, Barbacoas, Pescaderías	500	300
Cocinas (Areas de trabajo)	500	300
Comedores	300	200
Cuartos de máquinas	300	200
Ferreterías y Accesorios electricos	500	300
Lavadoras para verduras y varios	500	300
Mercerías, vestidos y zapaterías	500	300
Mueblerías y artículos para el hogar	500	300
Papeleterías, libros y juguetes	500	300
Plataformas de descarga	200	100
Sanitarios y baños	100	100
Verduras, frutas, flores y plantas	500	300
MUSEOS (Véase Galerias de Arte)		
OFICINAS		
Proyectos y diseños	2000	1100
Contabilidad, auditoria, máquinas de contabilidad.	1500	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado activo o continuo	1000	600
Archivado intermitente o discontinuo	700	400
Sala de conferencias, entrevistas, salas de descanso, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijación de la vista en forma prolongada	300	200
PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA	1000	600
TEATROS Y CINES:		
Sala de espectáculos:		
Durante intermedios	50	50
Durante exhibición	1	1
Vestibulo	200	100
Sala de descanso (foyer)	50	30
TERMINALES Y ESTACIONES		
Salas de espera	300	200
Oficina de boletos	1000	600
Oficina de checar equipaje	500	300
Vestibulo	100	60
Andenes y Plataformas	200	100

METODO DE LUMEN

(Para determinar nivel de iluminación o cantidad de luminarios para un nivel deseado)



Hct = Altura cavidad de techo
Hcc = Altura cavidad de cuarto
Hcp = Altura cavidad de piso

INTERIORES

$$E = \frac{(Im / Lum) (No. Lum) (C.U.) (F.M.)}{AREA}$$

EXTERIORES

$$E = \frac{(Im / Lum) (No. Lum) (C.U.) (F.M.)}{(Esp. entre Lum.) (Ancho de la calle)}$$

PROYECTORES

$$E = \frac{(Im DEL HAZ) (No. Lum) (C.U.) (F.M.)}{AREA}$$

DONDE:

Im = lúmenes

Lum = luminarios

C.U. = Coeficiente de Utilización

F.M. = Factor de Mantenimiento o Factor de Pérdidas de luz

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

METODO DE INDICE DE CUARTO

$$Ic = \frac{AREA}{Hcc (LARGO + ANCHO)}$$

METODO DE CAVIDAD ZONAL

AREAS REGULARES

$$R.C.R. = \frac{5 X Hcc (LARGO + ANCHO)}{AREA}$$

AREAS IRREGULARES

$$R.C.R. = \frac{2.5 X Hcc X PERIMETRO}{AREA}$$

DETERMINACION DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO O FACTOR DE PERDIDA DE LUZ (L.L.F.) LIGHT LOSS FACTOR

Es el producto de los siguientes 8 factores:

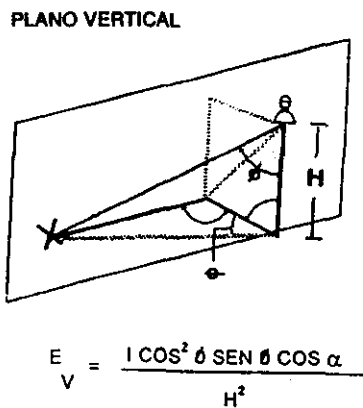
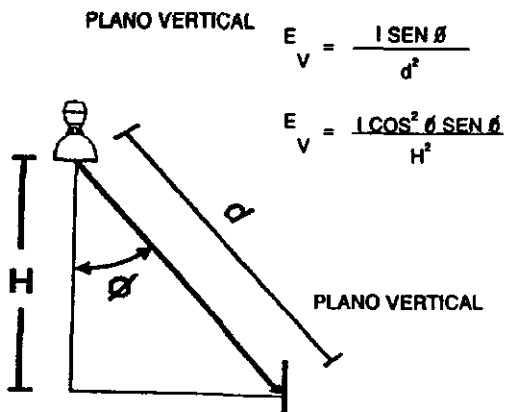
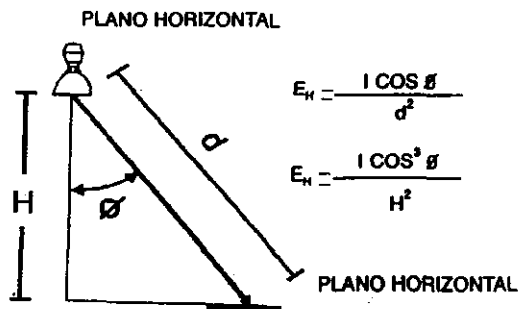
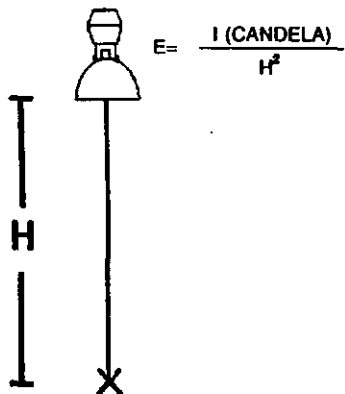
FACTORES NO RECUPERABLES



















- 1.- Variación de tensión
- 2.- Temperatura ambiente.
- 3.- Depreciación por deterioro en las superficies del luminario.
- 4.- Factor de balastro

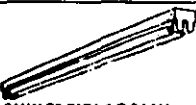




FACTORES RECUPERABLES


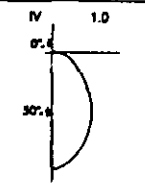


- 5.- Depreciación por suciedad acumulada en la superficie del local.
- 6.- Lámparas quemadas o fundidas
- 7.- Depreciación de lúmenes de la lámpara (L.L.D.) Lamp Lumen Depreciation.
- 8.- Depreciación por suciedad acumulada en el luminario. (L.D.D.) Luminarie Dirt Depreciation.

METODO PUNTO POR PUNTO

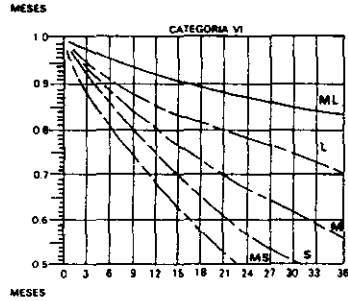
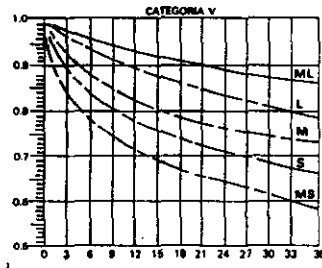
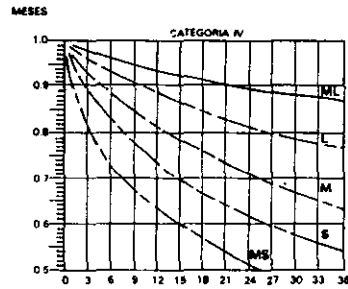
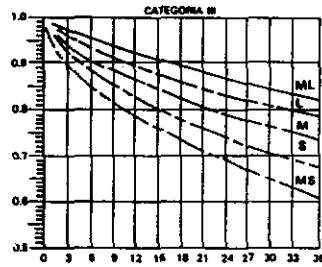
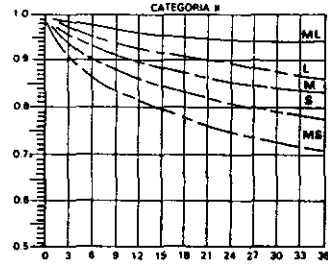
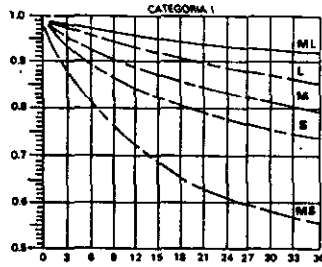


LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO
 ESFERA DIFUSA CON MONTAJE COLGANTE	V	1.3	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLANTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION MEDIA	V	1.3	 UNIDAD TOTALMENTE CERRADA	V	1.4
 REFLECTOR ESMALTADO TIPO RLM	IV	1.3	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LAMPARAS PAR-100 Y LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA DE ENERGIA.	IV	0.5	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMATICO VENTILADO (EFECTO CHIMENEA).	IV	1.5
 (CUBIC) UNIDAD CON ENVOLVITE CUADRADO PRISMATICO	V	1.3	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LAMPARA PAR-75	IV	0.5	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMATICO CERRADA. POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMATICO	V	1.8
 LAMPARA R-40 EN BOTE INTEGRAL	IV	0.8	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLANTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION ABIERTA	V	1.4	 UNIDAD CERRADA POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMATICO	V	1.8
 LAMPARA R-40 CON REFLECTOR ESPECULAR ANODIZADO: CUTOFF A 45°	IV	0.7	 GABINETE CUADRADO CON GABINETE DIFUSO	V	1.3	 UNIDAD DE EMPOTRAR CON REFLECTOR PRISMATICO VENTILADO	IV	1.7
 PIN HOLE DE 22" DE ABERTURA	IV	0.7	 (MERCURULUM) UNIDAD CON LAMPARA DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA CON REFRACTOR INTERNO DE CRISTAL PRISMATICO Y CONTROLANTE DE ACRILICO PRISMATICO EXTERIOR	V	1.3	 UNIDAD FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL	IV	1.3

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT.	ESP. MAX
 <p>CANALES PARA 1 O 2 LAMPARAS FLUORESCENTES</p>	I	1.4/1.2
 <p>UNIDAD FLUORESCENTES CON REJILLA DE 30 X 30</p>	II	1.0
 <p>UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA DE 46 X 45</p>	IV	1.0
 <p>UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES CON CONTROLANTE PRISMÁTICO ENVOLVENTE</p>	V	1.5/1.2
 <p>UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES</p>	V	1.3

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		CURVA DE DIST. Y % EN LUMENES
	CAT.	ESP. MAX	
 <p>UNIDAD PARA 2 O 4 LAMPARAS FLUORESCENTES TIPO EMPOTRAR O SOBREPONER CON CONTROLANTE DE ACRILICO PRISMÁTICO</p>	V	1.4/1.2	 <p>UNIDAD PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON LOUVER DE PLÁSTICO DE 45°</p>
 <p>UNIDAD PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTE CON DIFUSOR PLANO CRALINO</p>	V	1.2	
 <p>UNIDAD PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON REFLECTOR PRIMÁTICO DE BAJA LUMINACIA</p>	V	1.4/1.3	

CURVAS DE DEGRADACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO



L.
D.
D.

ML = MUY LIMPIO
 L = LIMPIO
 M = MEDIO
 S = SUCIO
 MS = MUY SUCIO

DATOS DE LAMPARAS INCANDESCENTES

WATTS	VOLTS (TENSION DE OPERACION)	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	ACABADO PERLA O CLARO	LONGITUD EN CENTIME- TROS
40	125	465	1,500	12	.875	MEDIA (E-26)	A-19	"	11.3
60	125	890	1,000	15	.930	MEDIA (E-26)	A-19	"	11.3
60	220	588	1,000	10	.930	MEDIA (E-26)	A-21	"	11.3
75	125	1,190	750	16	.920	MEDIA (E-26)	A-19	"	11.3
100	125	1,750	750	18	.905	MEDIA (E-26)	A-19	"	11.3
100	220	1,085	2,500	11	.900	MEDIA (E-26)	A-21	"	13.5
150	125	2,780	750	19	.895	MEDIA (E-26)	A-23	"	16
150	220	2,060	1,000	14	.870	MEDIA (E-26)	PS-25	"	15
200	125	3,750	750	19	.850	MEDIA (E-26)	PS-25	"	17.6
200	220	3,040	1,000	15	.900	MEDIA (E-26)	PS-30	"	20.5
300	125	6,103	1,000	20	.825	MEDIA (E-26)	PS-30	"	20.5
300	220	4,735	1,000	16	.890	MEDIA (E-26)	PS-30	"	20.5
500	125	10,100	1,000	20	.890	MOGUL (E-40)	PS-40	"	24.8
500	220	9,270	1,000	18	.870	MOGUL (E-40)	PS-40	"	24.8
1000	220	17,800	1,000	18	.820	MOGUL (E-40)	PS-52	"	33.1

DATOS DE LAMPARAS DE IODO CUARZO

500	125	10,500	2,000	21	0.96	CONTACTO EMBUTIDO	T-3	CLARO	11.90
1000	220	21,500		22					25.60
1500	220	35,800		24					25.60

* NOTA: LA LETRA INDICA LA FORMA DE BULBO O BOMBILLO Y EL NUMERO QUE LE SIGUE EL DIAMETRO MAXIMO EN OCTAVOS DE PULGADA

EJEMPLO:

PS-40

'S' RECTO

'G' REDONDO

'PS' PERA CON CUELLO RECTO

'P' PERA

'A' NORMAL

40/8" DE DIAMETRO

'PAR' REFLECTOR PARABOLICO

'R' REFLECTOR

'F' FLAMA

'CA' DECORATIVO

DATOS DE LAMPARAS DE LUZ MIXTA

160	220	3,100	6,000	19	0.57	MEDIA (E-26)	BF-75	COLOR CORRE- GIDO	17.20
250		5,600		22	0.65	MOGUL (E-40)	BF-90		22.50
500		14,000		25	0.74	MOGUL (E-40)	ED-37		27.70

DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIME- TROS	ENCENDIDO
9	TUBO SENCILLO	BLANCO CALIDO	600	10,000	67	0.87	G23	T-4	16.70	RAPIDO
9	TUBO SENCILLO	BLANCO FRIO	600	10,000	67	0.87	G23	T-4	16.70	RAPIDO
13	TUBO SENCILLO	BLANCO CALIDO	900	10,000	69	0.87	GX23	T-4	17.70	RAPIDO
13	TUBO SENCILLO	BLANCO FRIO	900	10,000	69	0.87	GX23	T-4	17.70	RAPIDO
9	TUBO DOBLE	BLANCO CALIDO	600	10,000	67	0.87	G23-2	T-4	11.10	RAPIDO
9	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	600	10,000	67	0.87	G23-2	T-4	11.10	RAPIDO
13	TUBO DOBLE	BLANCO CALIDO	900	10,000	69	0.87	GX23-2	T-4	12.30	RAPIDO
13	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	900	10,000	69	0.87	GX23-2	T-4	12.30	RAPIDO
18	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	1,250	10,000	69	0.87	G24d2,2 PINES	T-4	17.00	RAPIDO
26	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	1,800	10,000	69	0.87	G24d2,3 PINES	T-4	19.00	RAPIDO
18	LARGE	BLANCO CALIDO	1,250	12,000	69	0.84	2G11	T-5	22.50	RAPIDO
18	LARGE	BLANCO FRIO	1,250	12,000	69	0.84	2G11	T-5	22.50	CON ARRANCADOR
36	LARGE	BLANCO CALIDO	2,900	12,000	80	0.84	2G11	T-5	41.50	CON ARRANCADOR
36	LARGE	BLANCO FRIO	2,900	12,000	80	0.84	2G11	T-5	41.50	RAPIDO
40	LARGE	BLANCO CALIDO	3,200	20,000	80	0.84	2G11	T-5	57.20	RAPIDO
40	LARGE	BLANCO FRIO	3,500	20,000	87	0.84	2G11	T-5	57.20	RAPIDO

DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES ALTA DESCARGA H.O. 800 m. A.

60	TUBULAR	BLANCO FRIO	4,300	12,000	72	0.82	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	121.92	RAPIDO
85	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,650	12,000	78	0.82	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	182.88	RAPIDO
110	TUBULAR	BLANCO FRIO	8,800	12,000	80	0.82	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	243.84	RAPIDO
110	TUBULAR	LUZ DE DIA	7,800	12,000	70	0.82	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	243.84	RAPIDO

DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES MUY ALTA DESCARGA H.O. 1500 m. A.

110	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,250	10,000	57	0.69	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	121.92	RAPIDO
165	TUBULAR	BLANCO FRIO	9,900	10,000	60	0.72	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	182.88	RAPIDO
215	TUBULAR	BLANCO FRIO	14,500	10,000	67	0.72	2 CONTAC. EMBUTIDA	T-12	243.84	RAPIDO

DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES POWER GROOVE 1500 m. A.

110	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,800	12,000	62	0.69	2 CONTAC. EMBUTIDA	PG-17	121.92	RAPIDO
165	TUBULAR	BLANCO FRIO	11,000	12,000	67	0.69	2 CONTAC. EMBUTIDA	PG-17	182.88	RAPIDO
215	TUBULAR	BLANCO FRIO	15,300	12,000	71	0.69	2 CONTAC. EMBUTIDA	PG-17	243.84	RAPIDO

DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.O.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS	ENCENDIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	895	12,000	41	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 Ø	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. FRIO DE LUJO	875	12,000	40	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 Ø	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. CALIDO DE LUJO	785	12,000	36	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 Ø	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1,850	12,000	58	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 Ø	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1,590	12,000	50	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 Ø	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2,650	12,000	66	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.64 Ø	RAPIDO

17	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,075	9,000	54	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,030	7,500	49	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	60.96	INSTANTANEO
30	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,900	7,500	63	0.81	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.00	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	116.80	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	116.80	INSTANTANEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
34	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
39	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	B. CALIDO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,100	12,000	77	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	64	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,150	12,000	79	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
31	TIPO "U" 1 8/16"	BLANCO FRIO	2,800	20,000	90	0.90	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
32	TIPO "U" 8"	BLANCO FRIO	3,000	20,000	94	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
40	TIPO "U" 8"	BLANCO FRIO	2,900	12,000	73	0.84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57.15	RAPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,000	15,000	102	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-8	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	BLANCO CALIDO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,300	12,000	84	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	LUZ DE DIA	5,450	12,000	73	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO

DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS
100	BLANCO DE LUJO	4,400	24,000	44	0.82	MOGUL	BT-25	19.10
175	BLANCO DE LUJO	8,500		49	0.89		E-28	21.00
250	BLANCO DE LUJO	12,775		51	0.84		E-28	21.00
400	BLANCO DE LUJO	23,000		58	0.86		BT-37	29.20
1000	BLANCO DE LUJO	63,000		63	0.77		BT-56	39.00

DATOS DE LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS

SUPERMETALARK	70	CLARO	5,200	15,000V - 10,000H	74	0.81	E-26	ED-17	14.60
	70	FOSFORADO	4,800	15,000V - 10,000H	74	0.75	E-26	ED-17	14.60
	100	CLARO	7,800	10,000V - 7,500H	78	0.75	E-26	ED-17	14.60
	100	FOSFORADO	8,000	15,000V - 10,000H	78	0.73	E-26	ED-17	14.60
	175	CLARO	14,000	10,000V - 7,500H	80	0.77	MOGUL	BT-28	21.10
	175	FOSFORADO	13,000	10,000V - 7,500H	80	0.73		BT-28	21.10
	250	CLARO	22,000V-20,000H	10,000	82	0.83		BT-28	21.10
	250	FOSFORADO	22,000V-20,000H	10,000	82	0.78		BT-28	21.10
	400	CLARO	36,000V-32,000H	20,000V - 15,000H	90	0.75		BT-37	29.20
	400	FOSFORADO	36,000V-32,000H	20,000V - 15,000H	90	0.72		BT-37	29.20
	400	CLARO	40,000	20,000	100	0.80		BT-37	29.20*
	1000	CLARO	110,000V-107,800H	12,000V - 9,000H	110	0.80		BT-56	39.00
	1000	FOSFORADO	105,000 V-100,000H	12,000V - 9,000H	105	0.78		BT-56	39.00
	1500	CLARO	155,000V	3,000	103	0.92		BT-56	39.00*
	1500	CLARO	55,000 V-150,000H	3,000	103	0.92		BT-56	39.00**

DATOS DE LAMPARAS DE HALOGENUROS METALICOS "H.Q.I."

70	BLANCO CALIDO	5,200	10,000	74	0.80	G-12	SINGLE ENDED "T"	8.40
70	BLANCO FRIO	5,500	10,000	79	0.80	RX-7S	DOUBLE ENDED "TS"	11.42
70	BLANCO CALIDO	5,000	10,000	71	0.80	RX-7S	DOUBLE ENDED "TS"	11.42
150	BLANCO CALIDO	12,000	10,000	80	0.80	G-12	SINGLE ENDED "T"	8.40
150	BLANCO FRIO	12,500	10,000	83	0.80	G-12	SINGLE ENDED "T"	8.40
150	BLANCO CALIDO	11,000	10,000	73	0.80	RX-7S	DOUBLE ENDED "TS"	13.20
150	BLANCO FRIO	11,250	10,000	75	0.80	RX-7S	DOUBLE ENDED "TS"	13.20
250	LUZ DE DIA	19,000	10,000	76	0.80	MOGUL	T-14	22.50
400	LUZ DE DIA	33,000	10,000	83	0.80	MOGUL	T-14	28.50

* BASE ARRIBA

** BASE ABAJO

DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION (STANDAR)

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS
35	CLARO	2,250	18,000	64	0.90	MEDIUM	ED-17	13.81
50	CLARO	4,000	24,000	80	0.90	MEDIUM	ED-17	13.81
70	CLARO	6,300		90	0.90	MOGUL	ED-23 ½	19.70
70	DIFUSO	6,000		86	0.86		ED-23 ½	19.70
100	CLARO	9,500		95	0.90		ED-23 ½	19.70
100	DIFUSO	8,800		88	0.90		ED-23 ½	19.70
150(55V)*	CLARO	16,000		107	0.90		E-28	19.70
150(55V)*	DIFUSO	15,000		100	0.90		E-28	19.70
250	CLARO	27,500		110	0.90		E-18	24.80
250	DIFUSO	26,000		104	0.90		E-28	22.90
400	CLARO	50,000		125	0.90		E-18	24.80
400	DIFUSO	47,500		119	0.90		E-37	28.70
1000	CLARO	140,000		140	0.90	E-25	38.30	

DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESION

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS
18	CLARO	1,800	18,000	100	1.00	BY22d	T-17	21.60
35		4,800		137				31.10
55		8,000		145				42.50
90		13,500		150			52.80	
135		22,500		187			77.50	
180		33,000		183			112.00	

BIBLIOGRAFIA:

- Vittorio Re
Iluminación interna
Ed. Marcombo 1989
- Fide
Publicaciones para el ahorro de energía
México
- Catalogo condensado 1997
Ingeniería aplicada al control de luz
Holophane.
- Principios de iluminación y niveles de iluminación en México
Ingeniería aplicada al control de luz
Holophane
- Tippens Paul E.
Física, conceptos y aplicaciones
Ed. Mc Graw Hill, 1988
- Conceptos de iluminación artificial
OSRAM

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