



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# CURSOS INSTITUCIONALES

## MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS



Del 02 al 11 de Octubre de 2006

### *APUNTES GENERALES*

CI - 033

**Instructor: Ing. Justo Gutiérrez Moyado  
DELEGACIÓN TLÁHUAC  
OCTUBRE DE 2006**



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNAM**

**MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN  
DE LUMINARIAS.**

**Módulo II:** Mantenimiento de luminarias. 20 Hrs.

**Módulo III:** Luminarias. 20 Hrs.

**Duración total de los Módulos:  
40 Horas.**

**Periodo total de impartición de los Módulos:  
Del 02 al 11 de Octubre de 2006.**

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"***ÍNDICE**

<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	3
<b>MÓDULO II MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS</b> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2. GENERALIDADES</b> .....	6
<b>2.1 Concepto del mantenimiento eléctrico</b> .....	6
<b>3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> .....	6
<b>4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b> .....	7
<b>5. MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b> .....	8
<b>6. RECURSOS PARA EL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO</b> .....	9
<b>6.1 Bitácora</b> .....	9
<b>6.2 Equipo de medición y prueba</b> .....	10
<b>6.3 Información técnica</b> .....	10
<b>6.4 Ingeniería</b> .....	11
<b>6.5 Medidas de seguridad</b> .....	12
<b>6.6 Personal capacitado</b> .....	12
<b>6.7 Procedimiento (manual de mantenimiento)</b> .....	12
<b>6.8 Mantenimiento Eléctrico Preventivo (MEP)</b> .....	13
<b>6.9 Tareas del mantenimiento eléctrico preventivo</b> .....	15
<b>6.10 Mantenimiento a transformadores</b> .....	18
<b>6.11 Programa de mantenimiento en alumbrado público</b> .....	18
6.11.1 Conservación de las instalaciones del alumbrado público .....	18
6.11.2 Mantenimiento eléctrico de las instalaciones de alumbrado público. ...	19
<b>6.12 Trabajos de mantenimiento eléctrico</b> .....	21
<b>6.13 Mantenimiento correctivo</b> .....	23
<b>6.14 Seguridad en el mantenimiento eléctrico del alumbrado público</b> .....	23
<b>MÓDULO III LUMINARIAS</b> .....	24
<b>1. Conceptos básicos</b> .....	25
<b>1.1 Historia del alumbrado público</b> .....	25
<b>1.2 Los principales objetivos de un sistema de alumbrado público son:</b> .....	29
<b>1.3 Antecedentes para los criterios de diseño</b> .....	30
<b>1.4 Criterios de calidad en el alumbrado público</b> .....	31
<b>1.5 Definiciones</b> .....	31
<b>1.6 Niveles de luminancia e iluminancia</b> .....	35
<b>1.7 Sistemas de alumbrado público</b> .....	36
<b>1.8 Clasificación de áreas. (Considerando el uso del terreno)</b> .....	38
<b>1.9 Clasificación de materiales</b> .....	38
<b>2. Lámparas, balastras, luminarias y sus funciones</b> .....	39
<b>2.1 Lámparas y sus componentes</b> .....	39
<b>2.2 Lámparas de incandescencia</b> .....	39
<b>2.3 Lámparas de incandescencia con halogenuros</b> .....	43
<b>2.4 Lámparas fluorescentes</b> .....	47
2.4.1 Pequeñas lámparas fluorescentes .....	51

---

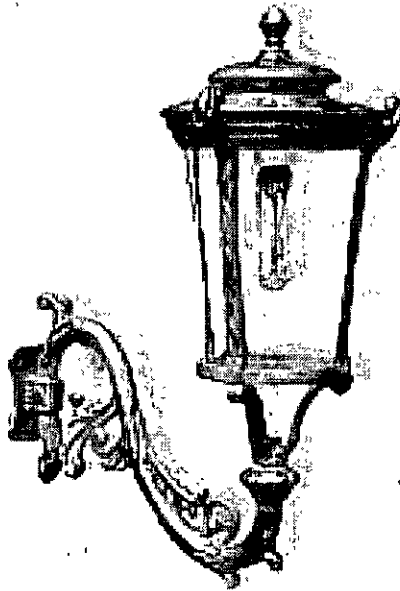
*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

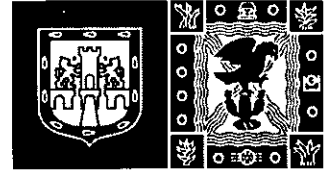
---

2.5 Lámparas de vapor de mercurio .....	52
2.6 Lámparas de luz mezcla .....	55
2.7 Lámparas de mercurio con halogenuros.....	56
2.8 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.....	59
2.9 Lámparas de vapor de sodio a alta presión.....	61
2.10 Luminarios .....	64
<b>3. Rendimiento fotométrico de las luminarias para caminos, áreas abiertas y poste elevado.....</b>	<b>73</b>
3.1 Consideraciones para el diseño de alumbrado público.....	73
3.2 Fotocontroles y fotoceldas.....	79
<b>4. Diseño y selección de postes.....</b>	<b>85</b>
<b>5. Medidas para reducir la contaminación lumínica en el alumbrado público.....</b>	<b>89</b>
5.1 Consejos generales .....	90
5.2 Ejemplos de Iluminación.....	91
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>92</b>

### OBJETIVO GENERAL

Al término del curso, el participante reconocerá para su aplicación los principios básicos de las luminarias para su operación y mantenimiento.





**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNAM**

**MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN  
DE LUMINARIAS.**

**Módulo II: Mantenimiento de luminarias.**

**Duración del Módulo: 20 Horas.**

1. INTRODUCCIÓN.
2. GENERALIDADES.
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.
5. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
6. RECURSOS PARA EL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

**Periodo total de impartición del Módulo:  
Del 02 al 05 de Octubre de 2006.**

**Nombre del Capacitador:  
Ing. Justo Gutiérrez Moyado**

## MÓDULO II

# MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS

### OBJETIVO DEL MÓDULO

Al término del módulo, el participante reconocerá para su aplicación las técnicas preventivas y correctivas del mantenimiento de luminarias.

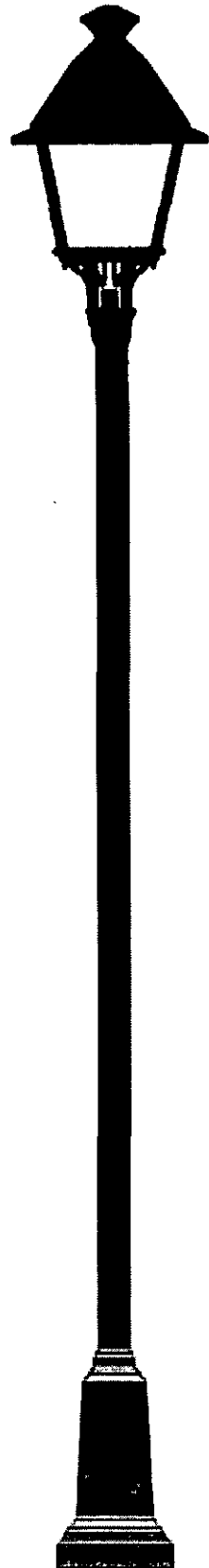
## 1. INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de alumbrado público en las grandes metrópolis como es el caso de la otrora conocida como la Ciudad de los palacios, la muy noble y leal Ciudad. De México, actualmente Ciudad de la esperanza, tienen la función primordial de brindar un servicio a la población, encaminado a su bienestar y seguridad.

En la Delegación Tláhuac, importante por su dinámica actual, en donde se impulsa la industria y el comercio y el turismo, dando especial énfasis al desarrollo social y económico de su población, el servicio de alumbrado público, apoya socialmente a una de las mas grandes demandas de la ciudadanía, al disminuir los accidentes de tránsito en las vías de comunicación y al reducir las estadísticas de actos de vandalismo, tomando en cuenta la actual situación política y socioeconómica del país.

Este manual integra generalidades del mantenimiento, así como su importancia en el buen funcionamiento de los sistemas de alumbrado público, conceptos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, enfocados al alumbrado público. Formatos y metodologías que permitirán la elaboración de programas de mantenimiento, que enriquecidos con la experiencia del instructor y los participantes del curso, mejorar el servicio brindado por la Delegación.

Asimismo el manual incorpora los conceptos básicos y funciones básicas de las luminarias, sus componentes lámpara y balastra, fotoceldas y fotocontactores. Se incluyen conceptos de seguridad y aspectos básicos de diseño y cálculo de instalaciones eléctricas en baja tensión.





## 2. GENERALIDADES.

Se entiende por Alumbrado Público los sistemas de iluminación exterior, tanto de uso ordinario como iluminación ornamental. Los habituales propietarios de este tipo de instalaciones son delegaciones, organismos oficiales, urbanizaciones privadas, entidades deportivas, grandes empresas, etc.

Las funciones básicas de las Instalaciones de Alumbrado Público son:

- Permitir la Visibilidad Nocturna en las Zonas previstas.
- Ofrecer comodidad y Seguridad a los Viandantes y usuarios.
- Contribuir a la estética de las calles, plazas, edificios, etc.

### 2.1 Concepto del mantenimiento eléctrico.

El hombre ha creado instrumentos, aparatos y equipos de uso doméstico e industrial que le brindan por un lado confort y diversión y por otro simplifican tareas y producen grandes volúmenes de satisfactores, sin embargo estos instrumentos sufren averías por lo que se hace necesario sustituirlos o repararlos, cambiando alguna de sus partes dañadas por nuevas o usadas que permitan que nuevamente funcionen.

Dentro de la industria el término mantenimiento se emplea para definir el o los actos de realizar la o las reparaciones, cambios y/o sustitución de partes, sin embargo así como se presenta evolución dentro de los procesos de producción, también el mantenimiento a evolucionado estando ala vanguardia del adelanto tecnológico y se le ha clasificado como preventivo, correctivo y predictivo.

## 3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Es el trabajo que se realiza a la maquinaria bajo un programa preestablecido de reparación ya sea parcial o total para lo cual con anterioridad se realizaron preparativos de refacciones, herramientas y personal necesario, la finalidad de este es evitar mayores daños dentro de los sistemas de la máquina y mejorar su funcionamiento en bien de la calidad del producto y ahorro de energía, para poder tener los mejores resultados de este programa su elaboración debe estar basada en las recomendaciones del fabricante y en la experiencia obtenida de los análisis del producto del mantenimiento correctivo.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones; análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como **Mantenimiento Preventivo Planificado - MPP**.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

**Ventajas del Mantenimiento Preventivo:**

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

**Fases del Mantenimiento Preventivo:**

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente,
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

El mantenimiento preventivo en Instalaciones de alumbrado público consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos de la Instalación, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma, antes de que ocurran. Es fundamental siempre comenzar con la realización de un Inventario (número, tipo y ubicación de los puntos de luz, sistemas de control, cuadros eléctricos, planos, etc.) y de un Plan de Mantenimiento, incluyendo la Gestión de recambios.

Las tareas habituales son:

- Inspección del estado de los soportes (corrosión, anclajes, tapas de registro, etc.)
- Inspección de las Luminarias (caja conexiones eléctricas, amarres, cierre, limpieza).
- Inspección de la Luminarias (amarres, cierre, limpieza).
- Inspección y comprobación del sistema de programación y/o encendido.
- Inspección del tendido eléctrico (donde sea aéreo).
- Comprobación de la iluminación ofrecida y su intensidad. ( la contaminación lumínica debe ser valorada, pero no tanto en las tareas de mantenimiento, sino en los proyectos de nuevas instalaciones o sustitución de alumbrados antiguos, con estudios adecuados y luminarias más modernas)

#### **4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**

**Definición de Mantenimiento Correctivo**

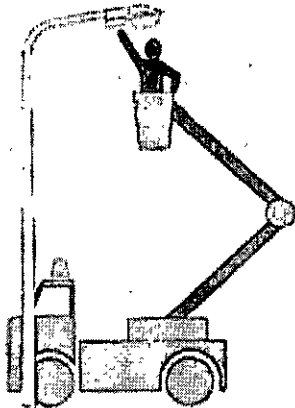
Es el trabajo que se realiza cuando una máquina que está programada para producir una determinada cantidad de producto, de pronto su funcionamiento se ve interrumpido por presentar una falla en alguna parte de sus sistemas, por lo que debe ser intervenida lo más rápido posible y lograr restablecer su operación en el menor tiempo con la finalidad de evitar mayor retrasos de producción.

**Mantenimiento Correctivo No Planificado:** Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

**Mantenimiento Correctivo Planificado:** El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo



El mantenimiento Correctivo en Instalaciones de Alumbrado Público consiste en la reparación de todas las averías e incidencias del Sistema. Las actuaciones habituales son:

- Sustitución de lámparas.
- Sustitución o reparación de las luminarias.
- Sustitución y/o ajuste del Sistema de programación y/o encendido.
- Reparación o sustitución de postes o columnas.

## 5. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

El mantenimiento ha iniciado la transición de ser un departamento de simples reparaciones para convertirse en un departamento funcional de alto nivel dentro de las empresas.

En algunas plantas, los costos ascendentes de mantenimiento están contribuyendo con un porcentaje del 4 al 14% de los costos totales de producción y en algunos casos son mayores que las utilidades de las plantas.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

Es de asegurarse que el mantenimiento es el costo más controlable dentro de una planta. El primer paso para controlar el mantenimiento de una planta y sus costos asociados, es fijar el objetivo de que el departamento de mantenimiento produce un producto.

Este producto lo podemos denominar como capacidad de planta. El resultado de tener una capacidad de planta no confiable impactará severamente en los programas de producción, la calidad del producto y lo más importante: la utilidad del negocio.

Los avances de la tecnología aunada con la experiencia de las compañías especializadas en el diagnóstico de maquinaria, han proporcionado los medios para llevar a cabo un mantenimiento predictivo basado en el monitoreo a un costo rentable.

**Ventajas del Mantenimiento Predictivo:**

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

Para concluir la importancia del mantenimiento predictivo, diremos que es una herramienta que nos permite el diagnóstico de la maquinaria mientras de que esta opera y cuando la falla empieza.

**6. RECURSOS PARA EL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.**

El mantenimiento eléctrico preventivo requiere para su desarrollo de los recursos siguientes:

**6.1 Bitácora.**

Debe efectuarse la documentación de las fallas eléctricas en la empresa, incluyendo en su análisis:

- Determinación de la causa.
- Procedimiento de erradicación.

## 6.2 Equipo de medición y prueba.

En función del tipo, complejidad y tamaño de la empresa y sus equipos, se definirán los equipos eléctricos de prueba requeridos, con los cuales se deben de contar. Se consideran en general los indicados en la tabla 6, enlistados en orden de prioridad de adquisición. Sin equipo de medición y prueba no es posible dar mantenimiento.

Conviene en ocasiones, por el alto costo de estos equipos y la baja frecuencia de su uso, la contratación de empresas que cuenten con los equipos y la experiencia necesaria para obtener un adecuado diagnóstico que proporcione las bases para la toma de decisiones de reemplazo total, reemplazo total, rehabilitación remanufactura o mantenimiento menor.

<b>EQUIPOS BASICOS DE PRUEBA.</b>
Cables de conexiones
Probador de existencias de tensión (tester)
Amperímetro de gancho
Voltímetro
Multímetro
Megger
Omnipotencihómetro
Garrochas falseadoras
Medidores de factor de potencia en aislamientos
Ducter
TTR
Probador de rigidez dieléctrica del aceite
Fonógrafo
Termómetro.

## 6.3 Información técnica

Para el adecuado desarrollo del mantenimiento se requiere de la información técnica correspondiente, destacando en el MEP la siguiente:

### Diagrama unifilar.

Por su integración, simplicidad y fácil interpretación, ésta es la información más importante para el conocimiento y comprensión de la operación de las instalaciones eléctricas.

Todos los elementos del diagrama unifilar debieran ser codificados y referenciados a los planos eléctricos, así como identificados con las máquinas accionadas, indicando las cargas en planos y en campo.

Los principales elementos que deben considerarse en el diagrama son:

- Distribución primaria (alimentadores)
- Elementos de seccionamiento, control y protección.
- Tableros
- Distribución secundaria (circuitos derivados).

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

El diagrama unifilar debe estar actualizado para brindar seguridad al personal que lo emplea, cuando se hacen las libranzas para mantenimiento, sin causar pérdidas en la producción, daños a otros equipos ó accidentes al personal.

-Capacidad de carga por circuito y equipo:

- \* Capacidad instalada (I)
- \* Carga máxima esperada (M)
- \* Factor de demanda (D )
- \* Factor de diversidad (d)
- \* Disponible, remanente ó reserva (R)

$$M= I \cdot D \cdot d$$

I= M-R En las empresas se tienen modificaciones y ampliaciones que representan incrementos de la carga eléctrica en algunos circuitos e incluso en el total de la carga suministrada, sin tomar en cuenta la capacidad y diseño de la instalación existente. Por lo cual, mantenimiento debiera revisar y aprobar cualquier incremento de carga, en función del comportamiento del Sistema Eléctrico, para acotar si está dentro de los límites de la carga disponible (R)

Conociendo el área en que se incorporará el incremento de carga, deberán determinarse las mejoras requeridas en ésta, identificadas durante la operación regular. Así mantenimiento determinará la capacidad remanente, después del aumento de carga y en aquellos casos en que se tienen valores de sobrecarga (desafortunadamente muy frecuentes), se determinará el riesgo que representaría operar bajo esta condición inadecuada, en caso de subsistir.

#### **6.4 Ingeniería**

*-Calificación del elemento.*

La falla causada por un componente "malo", implica que todo el equipo similar debe ser revisado, modificado y/o reemplazado tan pronto como sea posible. Se dice que es malo por no cumplir con el requerimiento de operación por:

- .Mal diseño
- .Calidad deficiente
- .Selección inadecuada.

*-Personal calificado.*

La empresa debe contar con respaldo eficiente y oportuno para el desarrollo del mantenimiento del equipo, ya sea:

- .Recursos humanos propios (internos)
- .Respaldo externo (consultores e instaladores)

Estas dos alternativas no son excluyentes entre sí.

**6.5 Medidas de seguridad**

Estas deben estar asentadas en el Manual de mantenimiento, entre las que destacan:

- Por su peligrosidad para la integridad humana, los trabajos con electricidad se recomienda realizarlos mediante brigadas de dos trabajadores ("PAREJAS").
- .así en caso de accidente a uno de ellos, el otro estará en posibilidad de dar aviso y proceder a iniciar los primeros auxilios, siempre y cuando haya sido capacitado al respecto, particularmente en resucitación cardio pulmonar, para el caso de electrocución.
- .Trabajar solo con electricidad impide verificar las propias tareas y no advertir cualquier acto inseguro que se pudiera cometer.
- .Equipo de seguridad para el personal.

<b>EQUIPO MINIMO DE SEGURIDAD.</b>	
<b>PERSONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Botas aislantes</li> <li>Casco de material plástico</li> <li>Cinturón de seguridad</li> <li>Guantes de hule para alto voltaje, probados y garantizados.</li> </ul>
<b>INSTALACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cubeta de arena</li> <li>Extintidor (fuego C)</li> <li>Tapete aislante</li> <li>Tarima de madera.</li> </ul>

**6.6 Personal capacitado**

Las empresas, generalmente no cuentan con personal capacitado para el mantenimiento eléctrico, por ahorros mal entendidos. Los electricistas empleados en las empresas son:

- Trabajadores "valerosos" (que se arriesgan a trabajar con electricidad), pero incompetentes en muchos de los casos.
- Se auto capacitan, "echando a perder".
- Cubren únicamente el tipo de mantenimiento correctivo, con la consecuencia de:
  - \* Altos riesgos para la empresa.
  - \* Peligrosidad para el trabajador.

De esta forma los supuestos electricistas desconocen:

- Equipos de prueba adecuados y necesarios para su trabajo.
- Desconocimiento de la importancia del equipo eléctrico.

**6.7 Procedimiento (manual de mantenimiento)**

Es necesario establecer con claridad y detalle los procedimientos, secuencias y métodos por aplicar en el desarrollo del MEP, incorporando la Administración del Mantenimiento y concretándolo en el Manual de mantenimiento, destacando en ésta:

- Acciones preventivas para minimizar las fallas presentadas. Generalmente se encontrará que un adecuado y oportuno mantenimiento (MEP) pudo haber evitado la falla.
- Inventarios de refacciones requeridas.

Deben determinarse básicamente los elementos críticos para la operación y/o con tiempos prolongados de suministro (importación, baja demanda, obsolescencia, fuera de producción).

- Inspección
- Atención a las restricciones legales

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"***6.8 Mantenimiento Eléctrico Preventivo (MEP)**

El mantenimiento eléctrico Preventivo (MEP) es el conjunto de tareas en el equipo tendientes a:

- Minimizar sus efectos.
- Reducir su frecuencia
- Tratar de evitar la presencia de fallas.
- Mantenimiento para esto debe conocer:
  - .Recursos Disponibles
  - .Requerimientos legales
  - .Información técnica suficiente

INFORMACION TÉCNICA
<b>MEP</b>
Capacidad de carga. Diagramas esquemáticos Diagrama Unifilar Manual de operación Manual de mantenimiento. Planos de proyecto Lista de partes. Lista de verificación. Reportes y análisis de fallas Boletines.

- Criterios para el establecimiento de los factores que definen la frecuencia del MEP para su realización

FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
<b>FACTORES PRINCIPALES</b>
Calidad de los equipos, partes y componentes. Desarrollo de las tareas de mantenimiento Edad de los equipos Forma de operación Mecánica (choque, vibración). Personal (uso rudo e incapacidad) Medio ambiente. Atmósferas corrosivas o contaminadas. Temperaturas Sobrecargas en la operación.



## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

- Soporte para desarrollar las tareas.

<b>TAREAS PRINCIPALES EN EL MOVIMIENTO ELÉCTRICO.</b>
<b>SERVICIO:</b> Secado: Humedad Apriete.  Limpieza: Insectos Polvos Suciedad. Antifricción
<b>INSPECCIÓN:</b> Aislamientos Ajustes Arqueo Caída de tensión Capacidad de carga Continuidad Detección de tierras Pruebas Regulación de voltaje Temperatura Vigilancia o monitoreo.
<b>CAMBIO:</b> Aislamientos Elementos que han fallado y/o ha concluido su vida. Fusibles.
<b>MODIFICACION:</b> Aislamientos Conductividad Cubiertas de proyección Protecciones eléctricas.
<b>REPARACIÓN:</b> Mayores Menores (dentro del MEP)

Por lo tanto, en el MEP el equipo eléctrico se debe:

-Jerarquizar

Elementos clave a establecer dentro del Programa de Mantenimiento.

-Frecuencia del mantenimiento.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

Como resultado de estos dos conceptos se debe establecer:

- Calendario de trabajos
- Materiales y refacciones requeridas.
- Herramental necesario
- Personal:
  - .Número
  - .Calificación
- Afectaciones al proceso productivo (tiempo de interrupción)
- Pruebas eléctricas de campo.

En el equipo eléctrico es muy importante su inspección programada. El costo de la inspección, pruebas y mantenimiento. Es normalmente menor al 1% del valor del equipo involucrado y representa un incremento importante en la fiabilidad.

El MEP es resultado de haber establecido en la empresa una Administración del mantenimiento, creando un Sistema de Mantenimiento y elaborando el Manual de Mantenimiento.

ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO  
SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
MANUAL DE MANTENIMIENTO  
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PROGRAMADO

### **6.9 Tareas del mantenimiento eléctrico preventivo.**

Las tareas de servicio del Mantenimiento, indispensables para evitar que se presenten las fallas más comunes en el equipo son las correspondientes fundamentalmente a lo que se denomina SAL (Secado, apriete y limpieza), además de antifricción en algunos casos:

#### **SECADO (S):**

La humedad y las sales depositadas como consecuencia de la evaporación de la humedad, provoca arqueos y flameo entre elementos. Los equipos en general deberían de ser operados en una atmósfera seca, para obtener mejores resultados, pero esto frecuentemente no es posible, por lo cual deben tomarse precauciones para minimizar la entrada de la humedad.

La condensación de la humedad en los equipos eléctricos causa oxidación en los elementos conductores (cobre o aluminio) y por lo tanto, fallas en los puntos de contacto (baja conductividad).

#### **APRIETE (A).**

Las conexiones eléctricas deben conservar la conductividad, por lo que deben de mantener apretadas de otra forma son la principal causa de:

- Fallas eléctricas por el flameo
- Incendios por el chisporroteo.

Normalmente en el equipo se encontrarán conexiones flojas ocasionadas por las vibraciones y cambios de temperatura.

Las estructuras de soporte, mecanismos y otras partes complementarias, no conductoras, debe ser verificado su apriete durante el mantenimiento rutinario (MR).

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

El recorrido de aprietes en el MEP es:

- Buses (barras eléctricas colectoras)
- Barra y conexiones de tierra
- Conexiones:

Deben estar apretadas.

Si están oxidadas o corroídas, muestran signos de calentamiento o tienen un contacto muy pobre y alta resistencia se debe:

- .Desensamblar .
- .Limpiar (con lija de agua muy fina) y
- .Montar nuevamente.
- .Tonillería de los gabinetes de lámina.

#### LIMPIEZA (L):

La suciedad creada por acumulación de polvo (pelusa), restos de insectos, polvo químico, vapores y otros residuos, forma depósitos en los aislamientos que combinados con aceite y/o condensaciones (humedad) provocan:

- Arqueos ó flameos (se vuelven conductores las partes del Equipo)
- Desgaste y/o calentamiento (reducen la vida de los equipos).

Por lo tanto, se debe considerar en el MEP:

- Ubicación:

Revisar la adecuada colocación de los equipos dentro de la empresa evita:

- .polvo excesivo.

Normalmente el local donde se instala el equipo no se encuentra debidamente protegido, como pudiera ser un cuarto presurizado.

Selección inadecuada del equipo a prueba de polvo.

.Humedad, goteo y/o salpicaduras. Esta penetrará en los equipos y originará corrosión, tanto a las partes conductoras como a la soportería.

-Frecuencia:

La limpieza al equipo se recomienda efectuar con una frecuencia regular de 3, 6, y 12 meses, ajustada en función del medio ambiente.

En las instalaciones en que se generan atmósferas contaminadas con polvo, humos o gases corrosivos (cementeras, fundidoras, industria química), debe efectuarse una limpieza más frecuente, dada su acumulación.

-Inspección:

Antes de proceder a la limpieza y cualquier mantenimiento en general, debe efectuarse una inspección minuciosa al equipo, observando los puntos indicados en la siguiente tabla.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

## Tabla de inspección de limpieza

<p><b>INDICIOS DE ARQUEOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Superficie de los aisladores, hacia el equipo o gabinete.</li> <li>-depósitos de carbón en algunas partes.</li> </ul>
<p><b>PRESENCIA DE HUMEDAD:</b></p> <p>Principalmente en los aisladores o barras.</p>
<p><b>PRESENCIA DE INSECTOS O EXCREMENTOS DE RATAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder a sellar los posibles accesos, tales como trincheras, ductos y puertas</li> <li>- Utilizar venenos (fuera de gabinete) para control de plagas y roedores.</li> <li>- Tener un gato ó elementos para ahuyentar los roedores.</li> </ul>

**-Procedimientos:**

La limpieza se lleva a efecto mediante el uso de franela y aspiradora, retirando minuciosamente el polvo y/o los contaminantes sólidos.

**-Selladores:**

Para su limpieza debe emplearse algún solvente, con un trapo muy suave, que no suelte pelusa.

**-Aisladores:**

Para remover el óxido de los depósitos de suciedad, nunca use agua, soluciones cáusticas, abrasivos, lana o cepillos de acero. Para remover esta suciedad, utilice, thinner o alcohol.

-Aproveche la limpieza para verificar si se observan fracturas.

**-Boquillas (bushings) de los transformadores:**

Las recomendaciones para aisladores son aplicables.

**ANTIFRICCIÓN (F).**

Se requiere limpieza y/o revisión de los mecanismos en general (elementos en movimiento) para operaciones de apertura y cierre.

La fricción excesiva dificulta la operación y reduce la velocidad de acción de los dispositivos eléctricos, lo que puede provocar fallas mayores.

Por lo tanto, debe verificarse en forma regular, sistematizada y reglamentada la operación mecánica de los dispositivos, accionándolos manual o eléctricamente, principalmente aquellos que operan raramente (equipo de seccionamiento).

**6.10 Mantenimiento a transformadores.**

Los transformadores son normalmente el equipo más importante de las subestaciones, de mayor costo y que requiere el mayor mantenimiento. En la tablas anteriores se presenta una propuesta de ficha de control para el mantenimiento, en la tabla anterior se resumen las tareas del mantenimiento de la subestación y en la tabla siguiente corresponde a los transformadores.

TABLA No. 12 MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES	
1. Revisión de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características eléctricas del suministro</li> <li>• Especificaciones generales del transformador.</li> </ul>
2. Relación de transformación.	
3. Medición y prueba de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia de aislamiento</li> <li>• Factor de potencia del aislamiento</li> <li>• Resistencia óhmica de los devanados.</li> </ul>
4. Revisión de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termómetros</li> <li>• Equipos y protecciones en general.</li> </ul>
5. Verificar el nivel de aceite.	
6. Verificar fugas.	
7. Verificar el estado y sellado de las juntas.	
8. Limpiar el tanque y las boquillas (bushings).	
9. apriete general de tornillería y conexiones.	
10. Verificar la ventilación del local en que se aloja el transformador.	
11. Verificar que no haya trazos de carbón, ni desperdicio de gases o humos.	
12. Verificar las características del aceite mediante una muestra.	

**6.11 Programa de mantenimiento en alumbrado público.****6.11.1 Conservación de las instalaciones del alumbrado público.**

Para la conservación de una instalación de alumbrado público no solo es necesario reemplazar lámparas y la limpieza o reposición de controlentes y difusores, sino que abarca todos los elementos que están sujetos a la operación constante, cómo es el caso de los contactores y fotocontroles, mismos que por su instalación también están a la intemperie y por tal motivo sujetos a corrosión, como es el caso de los postes, ménsulas y bases laminadas. Además es complemento la revisión de registros que se encuentren dañados y esto pueda afectar a los conductores que alimentan dichas instalaciones.

Para poder realizar el mantenimiento del alumbrado público es necesario tomar en cuenta todos los puntos mencionados en lo referente a la planeación, en la forma en que se encuentran clasificados. Ya que una parte que sea omitida provocaría una desorganización en la realización del mantenimiento, lo que afectará el presupuesto programado para llevarlo a cabo, además al propio sistema de alumbrado ya que no será un buen servicio el que se proporcione.

Por lo anterior a continuación expondremos la forma de realizar dichos trabajos, tal y como se considera deben ser.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"***6.11.2 Mantenimiento eléctrico de las instalaciones de alumbrado público.**

El mantenimiento adecuado de una instalación es la forma de continuar proporcionando un alumbrado efectivo incluyendo todos los medios que se puedan utilizar para mantener la calidad de luz emitida en una vialidad de importancia sosteniéndola en un costo mínimo y un uso efectivo de energía.

Para conseguir el objetivo de dar un servicio eficaz del alumbrado público, es imprescindible efectuar inspecciones o recorridos periódicos, mediante los cuales determinar los tramos en donde existan fallas o necesite de mantenimiento.

Así dentro de los trabajos de mantenimiento que se realizan en el alumbrado público podemos clasificarlos de dos tipos principales de mantenimiento; preventivo y correctivo.

**6.11.2.1 Mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento denominado PREVENTIVO es aquel en el cual el objetivo principal es el de evitar las fallas, creando programas de mantenimiento adecuados mediante un control de calidad del suministro del servicio de alumbrado público.

**6.11.2.2 Mantenimiento correctivo.**

Por su parte el mantenimiento CORRECTIVO se denomina a aquel en el cual el objetivo principal es el de corregir la falla existente mediante un análisis de las causas.

Posteriormente el reporte realizado por la supervisión es girado al jefe encargado del mantenimiento y conservación del alumbrado público para ser determinadas cada una de las fallas y decidir si es preventivo o correctivo el tipo de mantenimiento que se deba realizar en cada caso, para después llevar a cabo las órdenes de trabajo para ser asignadas a cada uno de los turnos de acuerdo al tipo de vialidad que se atenderá.

Para saber que tipo de vialidad se atiende en cada turno, a manera de ejemplo se muestra la siguiente tabla que clasifica las vialidades de acuerdo a sus características de importancia, flujo vehicular, etcétera.

PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO
Ejes viales	Ejes viales	Vías rápidas
Avenidas importantes	Avenidas importantes	Incluyendo carriles centrales y laterales
Vías rápidas (laterales)		

Esta distribución de vialidades es con el fin de evitar congestionamientos vehiculares y accidentes que puedan poner en riesgo la integridad física del personal que lo realiza. Las órdenes de trabajo quedarían como se muestra en el formato.

Posteriormente las órdenes de trabajo son entregadas al jefe en turno correspondiente, quien las distribuirá de acuerdo al trabajo a realizar es decir, clasificándolas en tres grupos.

- Mantenimiento eléctrico.
- Reposición de postes.
- Trabajos de herrería (actividades que entran en el mantenimiento de vialidad).

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

Para poder realizar dicho mantenimiento se requiere del siguiente personal:

Cuadrilla de electricistas:

- Chofer
- Cabo (electricista especialista)
- Electricista técnico
- Ayudante general
- Supervisor

Cuadrilla de parapostes

- Chofer
- Cabo (montacarguista especializado)
- Electricista técnico
- Ayudante general

Cuadrilla de herrero

- Chofer
- Cabo
- Herrero técnico
- Ayudante general

FORMATO 1 DIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO PUBLICO <b align="center">ORDEN DE TRABAJO</b>								
RESPONSABLE: _____								
VEHICULO: _____								
TIPO: _____								
FECHA DE INICIO: _____								
TRABAJO	LOCALIZACION			TRABAJO A REALIZAR	MATERIAL A UTILIZAR	TIEMPO ESTIMADO	OBSERVACION EFECTUADO	
	TRAMO	ENTRE CALLE Y CALLE	LATERAL				SI	NO

TRABAJO ASIGNADO A: \_\_\_\_\_ CABO DE CUADRILLA: \_\_\_\_\_

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

Se hace notar que el personal necesario para dicho mantenimiento va a depender del sector o tramo asignado y del número de fallas existentes, aumentando o disminuyendo si es necesario.

Seguimiento del personal operativo.

En esta etapa tenemos los siguientes puntos a realizar:

- a).- El trabajo comienza al recibir las órdenes de trabajo, donde se indica el tiempo estimado para su realización.
- b).- Se distribuye a las cuadrillas las órdenes de trabajo, de acuerdo a las zonas a que corresponda trabajar.
- c).- Posteriormente se traslada el personal al almacén con los vales necesarios para requerir el material que utilizarán en la ejecución de las órdenes asignadas.
- d).- Se traslada la cuadrilla al lugar de trabajo con el vehículo adecuado para la realización del trabajo.
- e).- El cabo de cuadrilla designa las tareas de mantenimiento al personal de acuerdo a lo que marque el programa.
- f).- La supervisión del trabajo durante su realización juega un papel muy importante ya que se encarga de que el personal operativo cumpla los objetivos del mantenimiento, donde asesora y coordina el trabajo, así como toma las decisiones importantes durante la labor.

## **6.12 Trabajos de mantenimiento eléctrico.**

**Mantenimiento preventivo.** Dentro del mantenimiento preventivo los trabajos que se realizan se refieren a:

**1).- Revisión de líneas de alimentación** proporcionadas por la compañía suministradora. Esto es, verificando que se proporcione una tensión regulada de 220 V con un + - 10% de tolerancia para que el equipo instalado opere en condiciones normales, ya que las variaciones grandes de voltaje se deben evitar puesto que se reduce considerablemente la vida de la lámpara y equipos auxiliares. El sobrevoltaje puede dañar rápidamente los aislamientos, mientras que un bajo voltaje puede provocar que las lámparas no enciendan o estén encendiendo y apagando.

**2).- Verificación del equipo de control.** Refiriéndonos al control fotoeléctrico, estos son del tipo intemperie, para trabajar en forma independiente Requieren de poco mantenimiento, como puede ser sólo limpiar la ventana de la recubierta y recalibrarlos. Las cubiertas sucias provocan que las lámparas permanezcan encendidas más tiempo de lo necesario, por lo que se recomienda limpiarlas cada vez que se haga limpieza de luminarios.

Este tipo de control fotoeléctrico viene calibrado de fábrica y sujetos a un retardo de tiempo de operación de un minuto, evitando con ello que luces en movimiento, relámpagos u otras fuentes extrañas accionen el fotocontrol innecesariamente.



Estos controles usualmente fallan en la posición de encendido, esto provoca que la lámpara permanezca encendida hasta que el control sea reemplazado.

**3).- Revisión de instalaciones (cableados, empalmes o conexiones).** La revisión de los cables alimentadores de cada circuito de alumbrado se realizará como sigue:

- Verificación de falla a tierra de los cables alimentadores provocado por aislamiento corroído o cable sulfatado.
- Desazolve de registros por materia orgánica y humedad, que afecta los empalmes realizados y que pueden dañar al sistema de alumbrado.
- Revisión de una adecuada realización de empalmes que puedan evitar falso contacto y calentamiento en los cables conductores, así como la correcta protección con material aislante.
- De acuerdo a las condiciones del terreno pueden surgir asentamientos o construcciones que afecten los ductos donde se encuentren las líneas de alimentación del circuito de alumbrado.

Bajo estas condiciones es válido realizar tendido de líneas aéreas en forma provisional en lo que se da el proceso de obra civil correspondiente.

**4).- Revisión de la unidad lumínica (limpieza y reposición de lámparas).** La mayor pérdida de flujo luminoso se debe primero a suciedad y polvo que se acumula sobre las lámparas y luminarios creados por el humo de los escapes de los vehículos automotores, en especial que se adhieren a la superficie de los luminarios depreciando rápidamente la emisión de estos, lo cual puede representar hasta un 40% de los valores iniciales.

En segundo lugar, la depreciación lumínica de las lámparas. Para este mantenimiento se deben tener en existencia en el almacén tanto paños, detergentes y esponjas necesarios para su limpieza, como cristales y refractores para su reposición en los casos en que los luminarios se encuentren dañados o sin ellos.

Los detergentes no deben ser muy ácidos ni muy alcalinos para limpiar los reflectores de aluminio y las superficies del mismo material, deberán ser aseadas con virutas finas de acero frotándolas después con un paño limpio y seco.

No hay que generalizar en cuanto a la utilización de los mismos productos que se usan para el vidrio, ya que en los difusores de plástico pueden alterar la estabilidad física y perjudicar su transparencia.

Otra condición para tomar en cuenta y que es necesario verificar es la posición correcta de la lámpara en el foco del sistema óptico, así como el mantenimiento mecánico y eléctrico del luminario, equipo auxiliar y soportes.

Una fase importante en el mantenimiento del alumbrado público, es la adopción de un programa eficiente y efectivo de reemplazo de lámparas. Para ello se utilizará una combinación del "reemplazo individual" y del "barrido por zonas llamado también reemplazo por grupo", si las condiciones así lo requieren.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

**5).- Mantenimiento a postes.** En lo referente al mantenimiento de los postes y soportes del alumbrado, se recomienda que las bases metálicas, ménsulas y cuerpo del poste deberán ser pintados cada tres años, limpiando con cepillos de cerdas de acero y aplicando dos manos de pintura del color que haya sido seleccionado.

A las tuercas y partes sobresalientes de las anclas en el caso en que se tenga base metálica, se le aplicarán dos manos de esmalte anticorrosivo.

Es conveniente que en arterias arboladas se observe el recorte de ramas o podado de las mismas que estorban a las unidades de iluminación a fin de que proporcionen todo su flujo luminoso sobre el plano del pavimento de la avenida, esto es aconsejable una vez al año durante la temporada de lluvias.

### **6.13 Mantenimiento correctivo.**

Este tipo de mantenimiento tiene la misma función del mantenimiento preventivo, a diferencia de que este se realiza cuando ya existe o se presenta la falla.

Y una vez que se presenta la falla, es necesario checar la causa o remplazar el equipo dañado, utilizando el mismo personal que realiza el mantenimiento preventivo, esto es, en términos generales lo siguiente:

- Cambio de contactores
- Cambio de líneas de alimentación
- Cambio de postes impactados
- Reemplazo de luminarias dañados

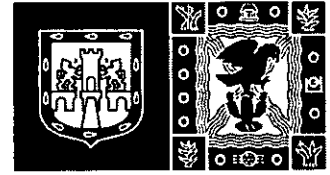
### **6.14 Seguridad en el mantenimiento eléctrico del alumbrado público.**

Como factor importante en la realización del mantenimiento del alumbrado público, resulta de suma importancia el aspecto de LA SEGURIDAD que debe regir al llevar a cabo estos trabajos, lo cual conlleva al logro óptimo de la calidad del mantenimiento realizado, y al cuidado de la salud y la vida de lo más valioso del servicio: el recurso humano.

Del operario depende un trabajo confiable y seguro, así como el de evitar que exceda la capacidad de carga de la canastilla utilizada.

En las siguientes líneas se darán indicaciones sobre las precauciones que se deberán observar cuando se esté efectuando un trabajo de mantenimiento. El factor más importante para la prevención de accidentes es la actitud de seguridad, tomar un poco más de tiempo y pensar que un accidente puede suceder y que haría si pasara, así como que hacer para que no suceda.

Es así como debe asegurarse que los gatos estabilizadores sean extendidos y apoyados sobre suelo firme antes de que la unidad sea operada. Las ruedas deben de mantenerse haciendo contacto con el piso, entre otros puntos de atención que se deben tomar en cuenta.



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNAM**

**MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN  
DE LUMINARIAS.**

**Módulo III: Luminarias.**

**Duración del Módulo: 20 Horas.**

1. CONCEPTOS BÁSICOS.
2. LÁMPARAS, BALASTRAS, LUMINARIAS Y SUS FUNCIONES.
3. RENDIMIENTO FOTOMÉTRICO DE LAS LUMINARIAS PARA CAMINOS, ÁREAS ABIERTAS Y POSTE ELEVADO.
4. DISEÑO Y SELECCIÓN DE POSTES.
5. MEDIDAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO.

**Periodo total de impartición del Módulo:**

**Del 06 al 11 de Octubre de 2006.**

**Nombre del Capacitador:**  
**Ing. Justo Gutiérrez Moyado**

## MÓDULO III

# LUMINARIAS

### OBJETIVO DEL MÓDULO

Al término del módulo, el participante reconocerá los conceptos y funciones básicas de las luminarias.

## 1. Conceptos básicos.

### 1.1 Historia del alumbrado público.

El inicio de la historia del alumbrado está directamente relacionado con el descubrimiento, por parte del hombre, del fuego, para protegerse contra el frío, las fieras, preparar los alimentos y también para alumbrarse.

La iluminación se independiza de las otras funciones cuando se aísla utilizando antorchas que pueden ser emplazadas en los sitios más oportunos para propiciar el alumbrado. Con el tiempo se descubre que impregnando la madera con grasas (de origen animal o vegetal) se mejora el rendimiento y la duración del alumbrado. A partir de ese momento lo que produce la luz es la grasa que arde no la madera que solo tiene una misión de sustentación.

Las grasas son sustituidas después por combustibles líquidos en las antorchas. El siguiente paso fue el de eliminar el soporte de madera, fabricando lámparas de aceite (10.3 lm/w). Dado este paso se recurre a la producción de iluminación artificial utilizando otros sistemas alternativos. Aparecen también las velas de cera, elementos muy maniobrables que se almacenan sin peligro, pero que también utilizan el principio de la combustión.

A principios del siglo XIX, aparecen las lámparas de gas, muy utilizadas en el alumbrado vial. Las primeras lámparas fueron de carburo o de acetileno. El gas combustible se obtenía dentro de la lámpara al hacer reaccionar el carburo de calcio con agua para obtener gas de acetileno, que era utilizado como combustible, la temperatura de color obtenida era de 2.046 ° K. (También se utilizó el gas de carbón)

A mediados del siglo XIX aparecen las lámparas de petróleo. El petróleo al ser más fluido que el aceite, sube por capilaridad con mayor facilidad y ofrece un mejor rendimiento luminoso. La invención de las protecciones de cristal del francés Antoine Quinquet, permite que, gracias a los bulbos de cristal, las velocidades ascendentes del aire sean mayores, lo que favorece una mejor aspiración del petróleo, alcanzándose con ello temperaturas de color de 2.000 ° K

El alumbrado por combustión tuvo una gran influencia en el diseño de las lámparas, determinando por ejemplo, la posición de la lámpara para que la llama siempre saliera hacia arriba, las protecciones idóneas para impedir que la llama se apagase, etc.

Algunos de los condicionantes de diseño impuestas por el alumbrado por combustión se han perpetuado después, sin razón alguna, en el diseño de las lámparas eléctricas, algunas de las cuales parecen más apropiadas para producir alumbrado por combustión que por electricidad. Incluso el alumbrado por termo radiación no deja de ser un alumbrado por combustión, aunque la termo radiación no conlleve una pérdida de materia tan importante como la combustión.

La lámpara de Auer (las primeras se construyeron en 1892), está a caballo entre la combustión y la incandescencia, esta lámpara que es de gas tiene un manguito de Nafio ó Rayón que está impregnado en una solución de nitratos de Cerio (1%) y Torio (99%), lo que le permite tornarse incandescente en contacto con la llama.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

Con el descubrimiento de la electricidad fue posible construir lámparas de arco, como la de Davy (la primera demostración de funcionamiento se realizó ante la Real Sociedad de Física de Londres en 1810)

Esta lámpara emite luz gracias a la descarga eléctrica producida entre dos electrodos de carbono, gracias a la cual los electrodos se tornan incandescentes, con la consiguiente pérdida de materia. El ánodo se volatiliza al doble de velocidad que el cátodo, por ello el ánodo siempre era más grueso en estas lámparas. La temperatura de estas lámparas era de 4.000 °C, su temperatura de color de 3.700 °K y su rendimiento de 10 lm/?,

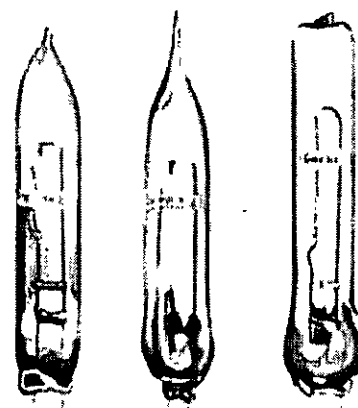
Añadiendo compuestos a los electrodos de carbón e incrementando la presión dentro de estas lámparas se mejoraba su rendimiento. El tipo de descarga que se produce en estas lámparas no debe confundirse con la que se produce en las lámparas de descarga actuales.



El inventor de las lámparas incandescentes fue Henrich Goebel, alemán emigrado a América, procedente de Springe, que utilizó estas lámparas para iluminar su taller de relojería de New York

En 1854, Goebel desarrolló una lámpara con un filamento de bambú carbonizado dentro de una ampolla de cristal donde se había practicado el vacío.

El invento de esta lámpara no despertó interés porque Goebel no lo utilizó con fines comerciales y por que no estaba muy extendido el uso de la energía eléctrica.



En 1877 Swan construye también una lámpara incandescente con filamento de hilo de algodón carbonizado y el 21 de Octubre de 1879 Edison comienza a fabricar y comercializar lámparas incandescentes con filamentos de fibra de bambú carbonizado.

En esta época no se disponía de materiales que soportaran temperaturas de incandescencia sin destruirse con rapidez. Es cierto que el platino es capaz de hacerlo ya que su punto de fusión es de 2.037 ° K, pero su coste, era y es muy elevado para ser utilizado masivamente en el alumbrado.

El filamento de carbón se intentó mejorar utilizando pastas de carbono puro pulverizado y aglutinado. Los filamentos se encerraban dentro de ampollas de vidrio en las que se practicaba el vacío a través de un tubo de extracción que acabó ubicándose en el casquillo de la lámpara, para evitar de este modo la rotura del mismo.

La ampolla de vidrio debía mantener la estanqueidad por ello en las soldaduras de los hilos en el soporte de vidrio se utilizaban aleaciones especiales de acero - níquel que tienen un coeficiente de dilatación térmica similar al del vidrio. A las lámparas se les añadía un casquillo para sujetarlas al portalámparas permitiendo su alimentación.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

Con el tiempo estos casquillos también evolucionaron, de esta época vienen los diseños del:

- Casquillo roscado de Edison.
- Casquillo a bayoneta de Swan: ideal para conexiones donde la lámpara sufre muchas sacudidas con el consiguiente riesgo de desconexión del portalámparas.

Los filamentos de carbono desarrollados no podían trabajar a temperaturas superiores a los  $1.900^{\circ}\text{C}$ , sin que se acortara notoriamente su vida por evaporación del carbono, efecto que se potenciaba más en el vacío.

El rendimiento de estas lámparas era muy bajo, del orden de los 3 a 5 lúmenes/watio. Había que buscar filamentos que reunieran las siguientes características:

- Elevada resistividad.
- Elevado punto de fusión.
- Durabilidad.
- Bajo coste.

Auer hacia 1898 utilizaba filamentos de osmio, y en Alemania en 1905 se utilizaban filamentos de tántalo. Al final se descubrió que el material que mejor se adecuaba a las características reseñadas era el tungsteno (denominado volframio por acuerdo internacional a partir de 1949). De este modo, para mejorar esta situación, hacia 1910 se comenzaron a construir lámparas incandescentes con filamentos de tungsteno.

Al tungsteno en polvo se le incorporaba una sustancia aglutinante para formar una pasta que se hacía pasar por un hilo, con el objeto de construir un filamento, que al alcanzar la incandescencia y producirse la evaporación del aglutinante, permitía el definitivo aglutinamiento del metal. Al principio los filamentos de tungsteno eran de pequeña longitud por lo que se tenían que disponer de varios de ellos para construir las lámparas pero hacia 1913 se consiguió fabricar filamentos más largos de una sola pieza.



Al tungsteno también se le añadía óxidos para alargar su vida útil, ya que planteaba problemas de recristalización. Este problema fue resuelto con el tiempo por lo cual fue posible utilizarlo en estado puro recubierto con una película de circonio o de fósforo para neutralizar las impurezas que quedaban dentro de las ampollas de las lámparas. Con la utilización de filamentos de tungsteno, el rendimiento luminoso se incrementó a unos 11 lm/w.

Los filamentos rectilíneos de tungsteno se seguían encerrando en ampollas de vidrio al vacío hasta que en 1913 el vacío se sustituye por gases inertes (argón y nitrógeno). La presión de estos gases en frío era de  $2/3$  la presión atmosférica con ello se pretendía que las lámparas funcionasen a presión similar a la atmosférica. Los gases inertes inhiben la disgregación del filamento de tungsteno por lo cual es posible elevar la temperatura del filamento a  $2.500^{\circ}\text{C}$  y de este modo mejorar el rendimiento (20 lm/w).

Cuando se añaden gases inertes, las pérdidas de calor en el filamento se incrementan ya que a las pérdidas por radiación (en el vacío) hay que añadirle las pérdidas por conducción.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

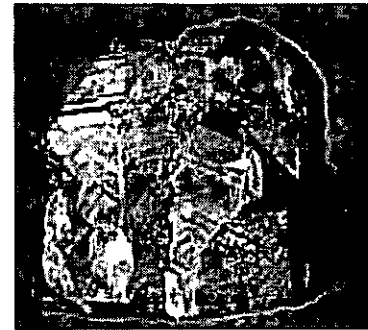
Después se descubrió que las pérdidas de calor eran mayores en los filamentos largos de poca sección que en los cortos de mucha sección, por eso los filamentos de tungsteno se comenzaron a enrollar en espiral, para que fueran semejantes a un hilo corto con mucha sección.

Con estos adelantos no solo se mejoró el rendimiento, también se consiguió que la vida útil de las lámparas fuera de unas 1.000 horas. Aparecieron después los arrollamientos en doble espiral de los filamentos.

Hacia 1937 el Argón se sustituyó por el gas Kriptón, que era de menor densidad y posibilitaba un importante retraso en la descomposición del filamento de tungsteno. Todo ello permitía subir la temperatura de este a unos 2.700 ° C y con ello era posible incrementar el rendimiento de las lámparas.

El Kriptón es más caro que el Argón, por lo que las lámparas de Kriptón se utilizan más para fines decorativos por su coste.

En la década de los 70 se comenzaron a comercializar las lámparas de cuarzo - yodo.



En estas lámparas se aprovecha el ciclo regenerativo del yodo - tungsteno que incrementa la vida útil de la lámpara gracias a la precipitación del tungsteno presente en el vapor de yoduro de tungsteno sobre el filamento.

En la actualidad, la ampolla de vidrio se fabrica con cuarzo y los gases utilizados son halógenos. A estas lámparas incandescentes por esta razón se les llama alógenas y están adquiriendo una gran relevancia en el alumbrado de interiores.

En lo referente a las lámparas de descarga, su historia ha sido también muy interesante. Hacia el 1945 se comenzaron a comercializar las lámparas fluorescentes, con las que se pretendía sustituir a las incandescentes ya que en apariencia presentaban grandes ventajas respecto a estas.

Estas lámparas de vapor de mercurio utilizan la luminiscencia para producir luz. Se denominan de vapor de mercurio, por que este vapor mezclado con argón (neón, nitrógeno, etc) y atravesado por una corriente eléctrica es el encargado de producir la luz. Cuando la presión del vapor de mercurio es pequeña el vapor de mercurio emite un 95 % de su radiación en longitudes de onda muy cortas (253,7 a 185 nm) en la franja de los ultravioletas. Estas radiaciones son las que excitan las sustancias foto luminiscentes de la lámpara produciendo una radiación con longitudes de ondas más largas que si son visibles.

Las primeras lámparas de vapor de mercurio que se construyeron (las de Cooper Hewitt), tenían una presión de vapor de mercurio de 0,1 mm. Con el tiempo la presión se elevó incrementando la temperatura del arco, para que dentro del tubo se produjera una intensidad superior, pero ello producía la fusión del vidrio por lo que hubo que recurrir a la construcción de tubos de vidrio de cuarzo. Todo ello permitió la aparición en mercado de lámparas con rendimientos de 60 lm/w que funcionaban con presiones de 1.000 mm. (Media presión) y de 10.000 mm.(alta presión)



---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

La falta de radiaciones rojas en el espectro de las lámparas de vapor de mercurio obligó a los fabricantes a buscar soluciones intermedias como son las lámparas de luz mixta, lámparas que son a la vez incandescentes y de descarga o a recurrir al uso del flougermanato de magnesio (a partir de 1950) para mejorar la reproducción del color de estas lámparas.

El vapor de mercurio se mezcla también con haluros metálicos (con yoduros, preferentemente), para aumentar la temperatura en las paredes del quemador de cuarzo, y obtener de este modo mayores presiones de funcionamiento para mejorar el rendimiento y ensanchar la distribución espectral. Los yoduros mas utilizados son los de talio (raya verde), sodio (raya amarilla), iridio (raya azul y verde) y escandio. Al empleo del vapor de mercurio, en las lámparas de descarga, se añadió el uso del vapor de sodio.

Cuando la descarga en el vapor de sodio se produce a baja presión es posible utilizar una ampolla de cristal, pero la luz que se produce tiene una mala reproducción del color, por eso se incrementó la presión del vapor y con ello la temperatura, haciéndose necesario el uso de una ampolla de cerámica y dando lugar a la aparición de las lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Las lámparas de vapor de mercurio están siendo sustituidas en la actualidad en el alumbrado vial, por las lámparas de vapor de sodio de baja y alta presión por razones económicas y problemas medioambientales.

Actualmente, las investigaciones se están centrando en el desarrollo de mejores lámparas de descarga de vapor de sodio de alta presión, y es de esperar que en este ámbito se produzcan importantes innovaciones. El empleo masivo de la fibra óptica también parece ser una vía con mucho futuro.

También se hacen investigaciones en otros campos de la producción de luz por luminiscencia como pueden ser:

- La bioluminiscencia (luz producida por reacciones bioquímicas).
- La quimioluminiscencia (luz producida por reacciones químicas).
- La triboluminiscencia (luz producida por actuaciones mecánicas, frotamientos, pulverizaciones, etc.).

## **1.2 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 policíaca.

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.

### **1.3 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.

#### **1.4 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 cambiará 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 luminario lámpara -balastro.

#### **1.5 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.

##### Coeficiente de luminancia (q).

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

##### Confort visual.

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

---

“MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS”

---

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 isolux (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.

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:  $\eta$

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.

---

“MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS”

---

Factor de uniformidad global de luminancia (uo)

Es igual al cociente de la luminancia mínima de un determinado tramo de la vialidad a la luminancia media de la misma.

Factor de uniformidad longitudinal (ul)

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.

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.

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).

Iluminancia 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).

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).

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.

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.

Radiación.

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.

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.

## **1.6 Niveles de luminancia e iluminancia.**

### 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, iluminancia en el ojo, nivel de adaptación, luminancia del entorno, tiempo de exposición y movimiento. Todos estos factores afectan en forma diferente y únicamente la iluminancia en el ojo y el ángulo de incidencia del flujo son comunes para ambos casos.

### Uniformidad de luminancia e iluminancia de la vialidad.

Los valores de luminancia e iluminancia deben cumplir con lo especificado en las tablas 904.6(a) y (b)

### Sección 904-6

Los factores que se deben considerar con respecto a la relación del espacio y altura de montaje y que influyen en la relación de uniformidad son: la potencia y tipo de lámpara y su posición con respecto al reflector; la posición transversal de 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 (más o menos brillante) en comparación con el entorno sobre el cual se está observando.

Reflectancia del pavimento.

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

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

TABLA Clasificación de las superficies de la vialidad

Superficie de concreto cemento portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales. $Q_o = 0.1$ , Clase R1
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. $Q_o = 0.07$ , Clase R2
Superficie de asfalto (regular y recubrimiento sellado) con agregados oscuros (roca, roca volcánica); textura rugosa después de algunos meses de uso. (Típico de autopistas). $Q_o = 0.07$ , Clase R3
Superficie de asfalto con textura muy tersa. $Q_o = 0.08$ , Clase R4
<u>Tipo de reflectancia</u>
Casi difuso
Mezclado (difuso y especular)
Ligeramente especular
Muy especular
Nota: $Q_o$ . Representa el coeficiente de luminancia media.

### 1.7 Sistemas de alumbrado público.

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.



---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

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 colectoras

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

### **1.8 Clasificación de áreas. (Considerando el uso del terreno)**

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

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

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

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

### **1.9 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.

#### *Materiales lumínicos*

##### Clasificación de lámparas

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

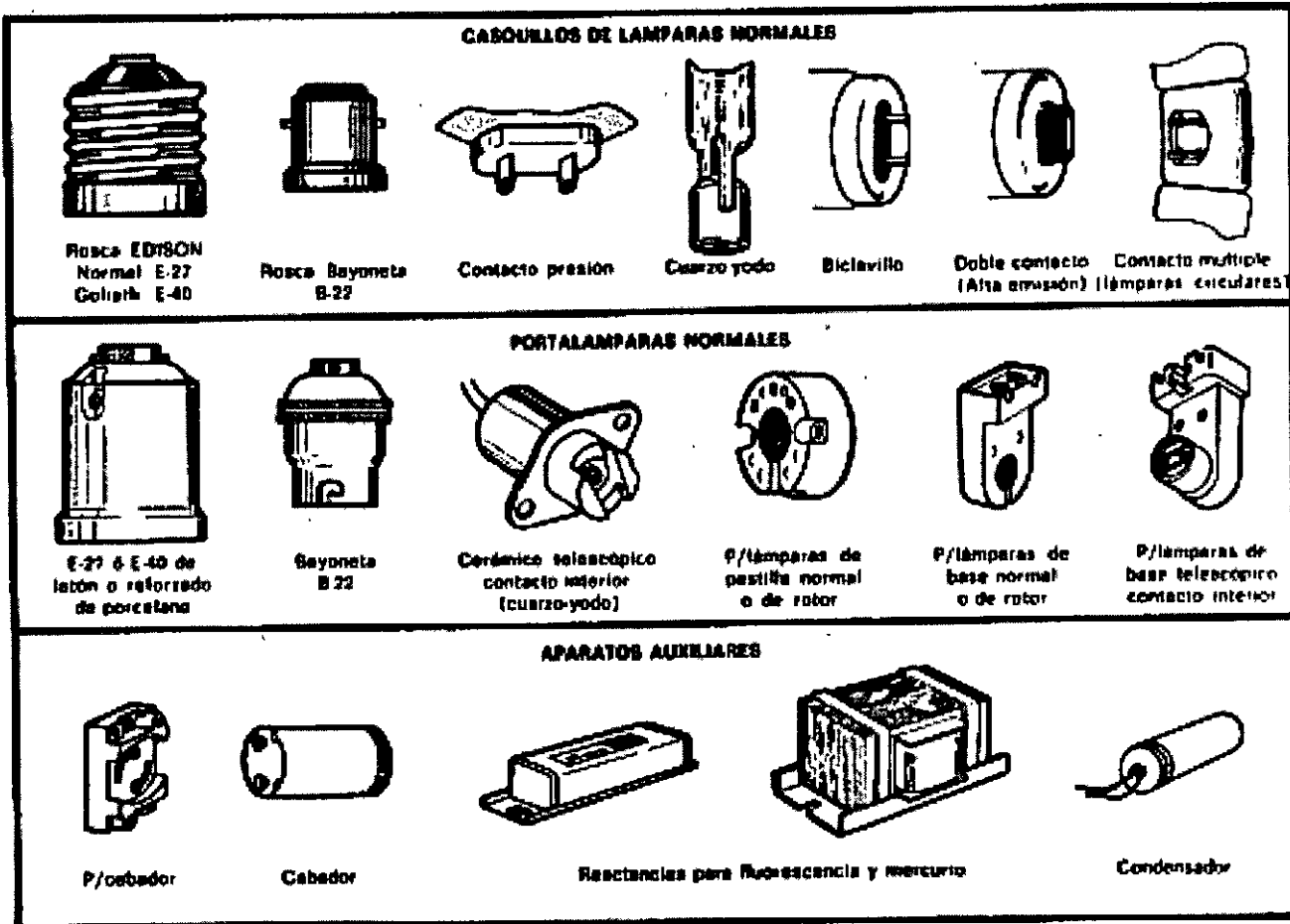
## 2. Lámparas, balastras, luminarias y sus funciones.

### 2.1 Lámparas y sus componentes

Desde la primera lámpara de Edison, hace ya más de 100 años, se ha ido acumulando una gran experiencia en el campo de la iluminación, que supone una parte muy importante en el conjunto de la electricidad moderna.

A lo largo de estos años se han descubierto nuevos tipos de lámparas a las que se han ido adaptando una serie de componentes y aparatos auxiliares, tales como casquillos, portalámparas, reactancias, etc. Seguidamente exponemos algunos de ellos.

Las lámparas pueden ser de muchas clases, cada una de ellas con sus particularidades y características específicas, que pasamos a estudiar con detalle.



### 2.2 Lámparas de incandescencia

La incandescencia es un sistema en el que la luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor.

Muchos han sido los materiales utilizados para la construcción de filamentos, pero en la actualidad el material de uso exclusivo es el tungsteno o wolframio, cuya temperatura de fusión es del orden de 3.400 °C. Con este tipo de filamentos se puede llegar a temperaturas normales de trabajo del orden de 2.500 a 2.900 °C, lo cual permite fabricar lámparas de incandescencia de una vida relativamente grande, con rendimientos también relativamente grandes, sobre todo si los comparamos con los obtenidos tan sólo hace unas cuantas décadas.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

El filamento entraría en combustión con el oxígeno del aire si no lo protegieramos mediante una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado de un gas inerte.

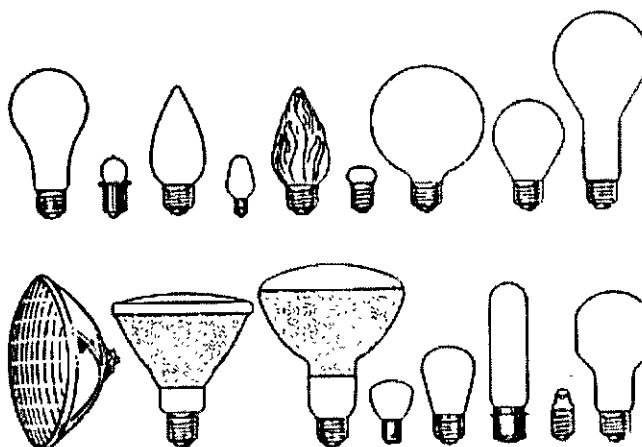
Un factor importante que condiciona la vida de un filamento, es el llamado "fenómeno de evaporación". Dicho fenómeno consiste en que debido a las elevadas temperaturas del filamento, este emite partículas que lo van adelgazando lentamente, produciendo finalmente su rotura.

Para evitar en parte este fenómeno, los filamentos se arrollan en forma de espiral y la ampolla se rellena con un gas inerte a una determinada presión. El gas inerte de relleno suele ser de una mezcla de nitrógeno y argón, aunque también suele utilizarse kriptón exclusivamente.

La ampolla constituye la envoltura del filamento y del gas de relleno, siendo su tamaño función de la potencia eléctrica desarrollada. El material que se utilizó para las primeras lámparas era el cristal, aunque en la actualidad el vidrio a la cal es el más utilizado.

Su forma no está supeditada fundamentalmente a ningún concepto técnico, siguiendo generalmente criterios estéticos o decorativos, por lo que se fabrican según una extensa variedad de formas. El modelo estándar es el más corrientemente utilizado.

**FORMAS COMÚNMENTE UTILIZADAS EN LÁMPARAS DE INCANDESCENCIA**

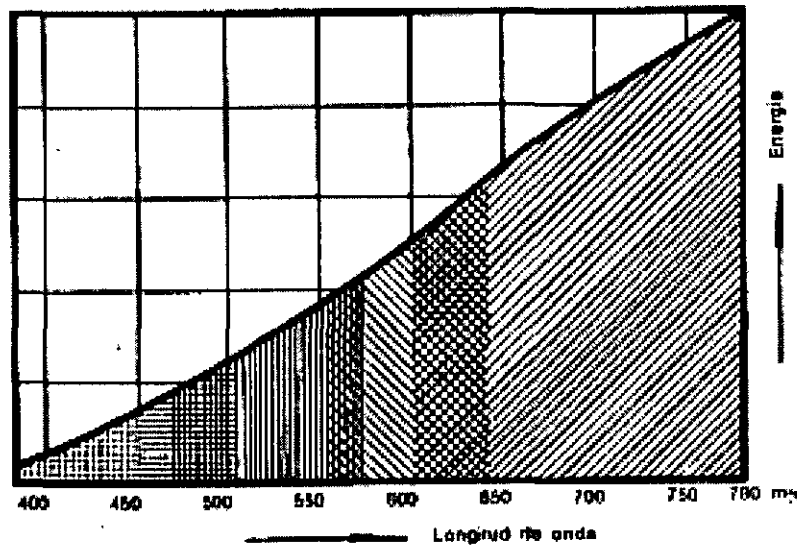


El casquillo tiene como misión la de recoger los dos hilos que salen del filamento, a través del vidrio, hacia el exterior; al mismo tiempo sirve como elemento de unión con la red de alimentación. Existe una gran diversidad de formas y tamaños de casquillos, aunque los más corrientemente utilizados son los de rosca Edison E-27, para potencias inferiores a los 300W, y la rosca E-40 o Goliat, en lámparas de igual o superior potencia.

Para un buen conocimiento del comportamiento de estas lámparas, es necesario tener en cuenta su curva de distribución espectral de las diferentes radiaciones que la componen. En la figura mostramos la distribución espectral de una lámpara de incandescencia, tipo estándar, de 500W, en función de la energía radiada.

De esta curva se deduce que la energía radiada por estas lámparas tiene un carácter continuo y que gran parte de la energía se encuentra en la zona de los colores rojos, mientras que solamente una pequeña parte lo hace en la zona del color violeta. De esto se deduce que la luz radiada por este tipo de lámparas se asemeja a la luz solar.

## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"



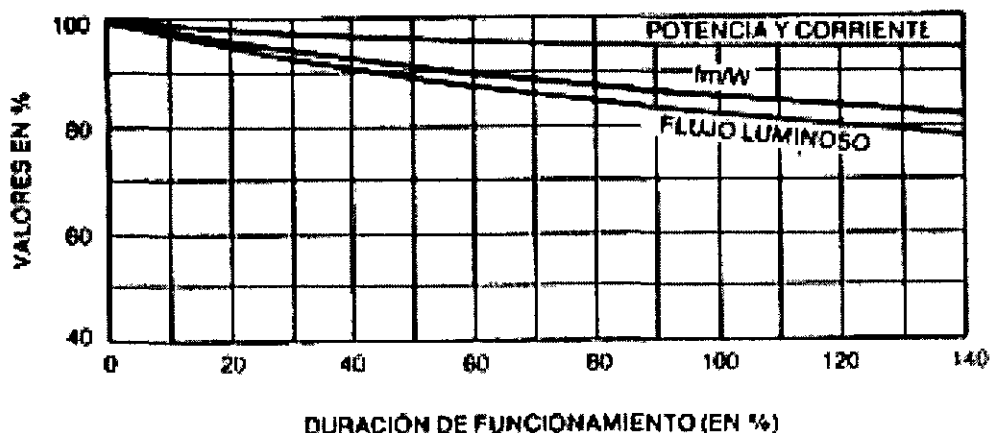
La eficacia luminosa o rendimiento de una lámpara se expresa como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida,

$$R = \frac{\phi}{W} \text{ Lm/W}$$

La eficacia de las lámparas de incandescencia es la más baja de todas las lámparas y es del orden de 8 Lm/W para lámparas de pequeña potencia y del orden de 20 Lm/W para las de gran potencia.

No debemos confundir la eficacia de una lámpara con el rendimiento de la transformación "energía eléctrica energía luminosa". Casi la totalidad de la energía eléctrica aplicada a las lámparas se transforma en calor, y solamente una pequeñísima parte se transforma en luz, es difícil encontrar rendimientos peores.

El flujo luminoso de las lámparas de incandescencia no es constante a lo largo de toda su vida. La causa hay que buscarla en el fenómeno de la evaporación del filamento, ya que por una parte las partículas de tungsteno desprendidas por el filamento se depositan sobre la pared interna de la ampolla ennegreciéndola, y por otra parte el adelgazamiento experimentado por dicho filamento hace que aumente su resistencia, lo que provoca una disminución de la potencia absorbida. Ambos efectos provocan una disminución del flujo total emitido.



"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

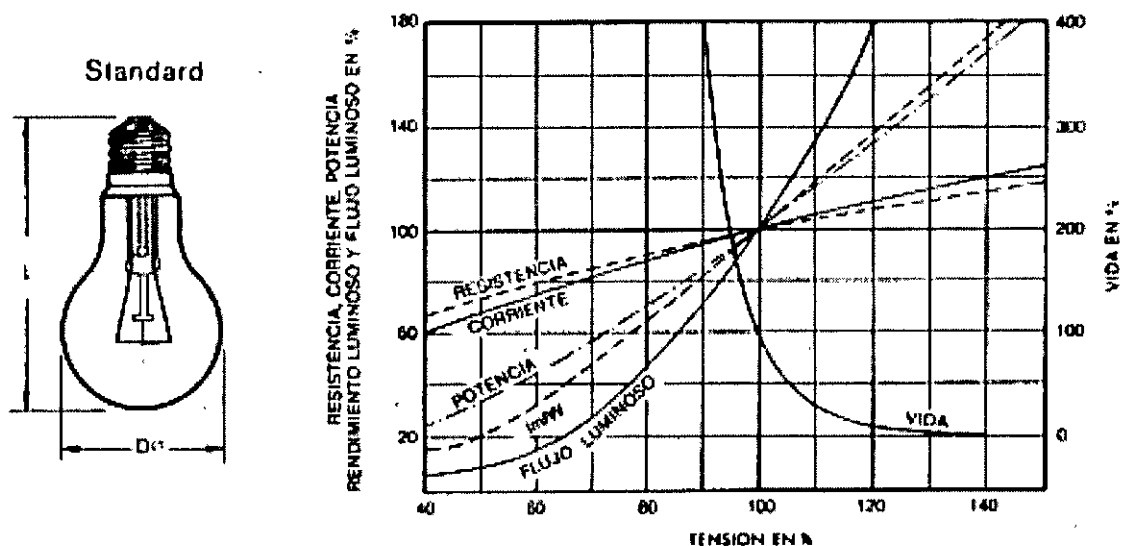
A lo largo de la vida media de una lámpara de incandescencia, la depreciación de su flujo va aumentando progresivamente y resulta ser del orden del 20% cuando alcanza su vida media. Se considera como vida media de una lámpara al promedio de las vidas o duraciones de un grupo de ellas funcionando en condiciones normales. Este es un dato muy importante a tener en cuenta en cualquier tipo de lámpara, ya que de él dependerá, fundamentalmente, el mayor o menor rendimiento económico de la instalación.

La vida media de una lámpara de incandescencia se estima en unas 1.000 horas, es decir, que parte de ellas durarán menos, mientras que otras sobrepasarán esta cifra. La vida media de las lámparas de incandescencia es la menor de todas las lámparas, no obstante, por sus características es la que más se utiliza en el alumbrado de viviendas.

La tensión de alimentación de una lámpara de incandescencia es un factor que afecta a todas sus variables, resistencia eléctrica del filamento, corriente, potencia, flujo luminoso, eficacia luminosa y vida media. Hemos representado todas estas variables en la figura, de la que podemos obtener interesantes conclusiones.

Es interesante observar cómo varía la vida media de una lámpara, en función de la tensión. Un aumento de la tensión de un 30% deja a la lámpara prácticamente sin vida, mientras que una disminución del 10% aumenta la vida en un 400%.

Referente al valor de la resistencia eléctrica del filamento de una lámpara de incandescencia, vemos como no resulta ser constante con la tensión, como sería de esperar. Ello se debe a que al aumentar la tensión aumenta su temperatura y con ella su resistencia, como consecuencia de que el tungsteno tiene un coeficiente positivo de temperatura relativamente grande.



El resto de los valores siguen un comportamiento lógico, tal y como puede apreciarse.

Hemos observado la vida extremadamente corta de las lámparas incandescentes, su pequeña eficacia luminosa, y la enorme influencia que tiene la tensión sobre sus características fundamentales. Pese a ello y con una antigüedad de más de 100 años, las lámparas incandescentes siguen alumbrando la casi totalidad de los hogares, ya que no existe nada mejor que las sustituya.

## LAMPARAS DE INCANDESCENCIA STANDAR

Potencia lámpara W	Flujo luminoso Lm		Relleno	Dimensiones		Casquillo
	125 V	220 V		L mm	D mm	
15	140	125	Vacío	105	60	E-27
25	240	225	Vacío	105	60	E-27
40	490	430	Gas	105	60	E-27
60	820	730	Gas	105	60	E-27
100	1.560	1.380	Gas	105	60	E-27
150	2.350	2.100	Gas	140	80	E-27
200	3.250	2.950	Gas	173	80	E-27
300	5.100	4.750	Gas	233	110	E-40
500	9.500	8.450	Gas	267	130	E-40
750	14.800	13.500	Gas	300	150	E-40
1000	20.300	18.500	Gas	300	150	E-40
1500	31.000	27.700	Gas	335	170	E-40
2000	43.000	40.000	Gas	380	200	E-40

Eficacia luminosa 8 a 20 Lm/W. Temperatura de color 2.600° K.

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.

### 2.3 Lámparas de incandescencia con halogenuros

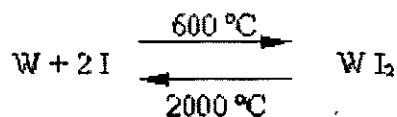
Las lámparas de incandescencia con halogenuros o simplemente lámparas halógenas no son más que lámparas de incandescencia perfeccionadas.

En las lámparas de incandescencia tiene lugar el ya conocido fenómeno de evaporación del filamento, que consiste en el desprendimiento de partículas de tungsteno que siguiendo las corrientes de convección del gas en el interior de la lámpara, acaban por depositarse sobre la pared interior de la ampolla, ennegreciéndola.

Si al gas de relleno de una lámpara de incandescencia se le añade una pequeña cantidad de yodo en forma de yoduro, en las zonas externas de la lámpara en las que la temperatura es del orden de los 600 °C, tiene lugar una reacción química en virtud de la

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

cual los átomos de tungsteno se recombinan con los átomos de yodo, dando como resultado un compuesto llamado yoduro de tungsteno:



Por otra parte, cuando las moléculas de este nuevo compuesto se aproximan al filamento, zona en la que la temperatura es superior a los 2.000 °C, se produce la reacción opuesta, es decir, el yoduro de tungsteno se disocia en yodo y tungsteno, depositándose este último sobre el filamento, siguiendo el yodo el camino determinado por las corrientes de convección, para repetir el proceso.

Como ya hemos dicho, una parte de la reacción química se produce a una temperatura de 600°C, en la pared de la ampolla de la lámpara. Para poder alcanzar tan elevada temperatura no queda más remedio que reducir considerablemente el tamaño de la ampolla y como el vidrio no soporta estas temperaturas tan elevadas, se recurre al cuarzo, que tiene una temperatura de reblandecimiento superior a los 1.300 °C. El resultado de lo expuesto es una gran disminución del tamaño de estas lámparas, aproximadamente el 5% del volumen de una lámpara convencional de la misma potencia.

En una atmósfera halógena no pueden emplearse materiales corrientes, en base a la gran afinidad química, por lo que los soportes del filamento se hacen también de tungsteno.

Las salidas de los conductores de alimentación de estas lámparas, se hacen a través de unas finísimas hojas de molibdeno. Debido al pequeño coeficiente de dilatación de este material y a las dimensiones extremadamente pequeñas de la hoja que atraviesa el cuarzo, este se ve sometido a esfuerzos relativamente pequeños.

El extremadamente pequeño volumen de estas lámparas, permite realizar ampollas de cuarzo de gran resistencia, admitiendo un relleno de gas a mayor presión.

Todo lo dicho sobre las lámparas halógenas nos permite citar las siguientes ventajas sobre las lámparas de incandescencia convencionales:

- El flujo luminoso es mayor, debido a que el filamento puede trabajar a mayores temperaturas. Esto es posible gracias a la regeneración del tungsteno.
- La vida media resulta mayor, 2.000 h., debido también a la regeneración del tungsteno.
- La ampolla de cuarzo apenas se ennegrece, puesto que no se deposita tungsteno sobre ella, lo que se traduce en una menor depreciación del flujo luminoso, que permanece casi inalterable a lo largo de su vida.
- Debido a sus reducidas dimensiones es posible conseguir un control más preciso del haz luminoso.



*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

Para la manipulación de estas lámparas hay que tener presentes dos cuestiones muy importantes:

- Evitar la presencia de grasa sobre la ampolla de cuarzo, es decir, no deben tocarse con las manos, ya que a altas temperaturas se puede originar la desvitrificación del cuarzo con las anomalías consiguientes.
- Su posición de trabajo debe de ser siempre horizontal con una tolerancia máxima de unos 4°. Una mayor inclinación altera el equilibrio térmico de la regeneración, afectando seriamente a la vida de la lámpara.

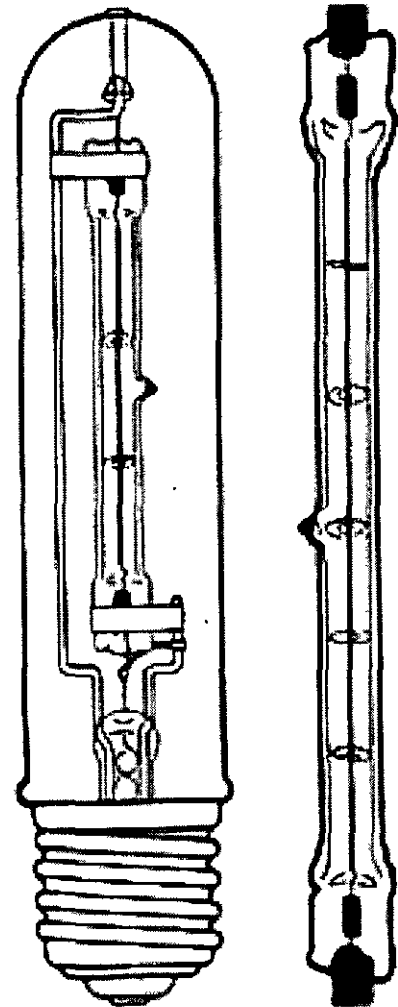
La temperatura de color de estas lámparas resulta ser de 3.100 °C y la eficacia luminosa es del orden de 22 Lm/W, algo mayor que la correspondiente a lámparas de incandescencia convencionales.

En la actualidad se fabrican dos tipos de lámparas halógenas, las llamadas de casquillos cerámicos y las de doble envoltura, tal y como se muestra en la figura.

Las lámparas halógenas de casquillos cerámicos están formadas por una ampolla cilíndrica de cuarzo de diámetro muy reducido, en cuyo interior se encuentra el filamento de tungsteno, arrollado en espiral, sumergido en una atmósfera de nitrógeno-argón y un halógeno que acostumbra a ser de yodo.

Los extremos de la ampolla terminan en dos casquillos cerámicos que protegen los contactos de conexión. La posición de trabajo de este tipo de lámparas debe ser siempre horizontal, con una desviación máxima de 4°, y debe evitarse el contacto de la ampolla con las manos, tal y como ya hemos indicado.

Para evitar los problemas que trae consigo la desvitrificación y al mismo tiempo permitir el funcionamiento de la lámpara en cualquier posición, se han creado las lámparas de doble envoltura, en las que el tubo de cuarzo está situado en el interior de un segundo tubo, en este caso de vidrio normal, cuya misión no es otra que la de proteger el tubo de cuarzo y al mismo tiempo proporcionarle el equilibrio térmico que precisa para su buen funcionamiento.



## LAMPARAS HALOGENAS DE CASQUILLOS CERAMICOS

Potencia lámpara W	Flujo luminoso Lm	Eficacia luminosa Lm/W	Dimensiones		Casquillo
			L mm	D mm	
500	10.500	21	119	12	Cerámico
1.000	22.000	22	191	12	
1.500	33.000	22	256	12	
2.000	44.000	22	334	12	

Tensión de alimentación 220 V. Temperatura de color 3.100° K.

## LAMPARAS HALOGENAS DOBLE ENVOLTURA

Potencia lámpara W	Flujo luminoso Lm	Eficacia luminosa Lm/W	Dimensiones		Casquillo
			L mm	D mm	
500	10.000	20	205	33	E-27;E-40
1.000	25.000	25	255	38	E-40
2.000	54.000	27	295	38	E-40

Tensión de alimentación 220 V. Temperatura de color 3.100° K.

Este equilibrio térmico necesario para que se produzca la regeneración del filamento en cualquier posición de trabajo de la lámpara, se consigue rellenando con nitrógeno el espacio que hay entre la lámpara y el segundo tubo de vidrio.

Las lámparas de doble envoltura disponen de casquillos normalizados del tipo E-27 o E-40, siendo fácilmente adaptables en portalámparas destinados a lámparas de incandescencia convencionales.

La posibilidad de un encendido y reencendido instantáneo, la gran facilidad de controlar el haz luminoso y una muy buena reproducción cromática, hace de estas lámparas un medio excelente para el alumbrado de pistas deportivas, carteles publicitarios, edificios y monumentos. No obstante, debido a la corta vida media de estas lámparas, se trata de un alumbrado bueno pero muy caro.

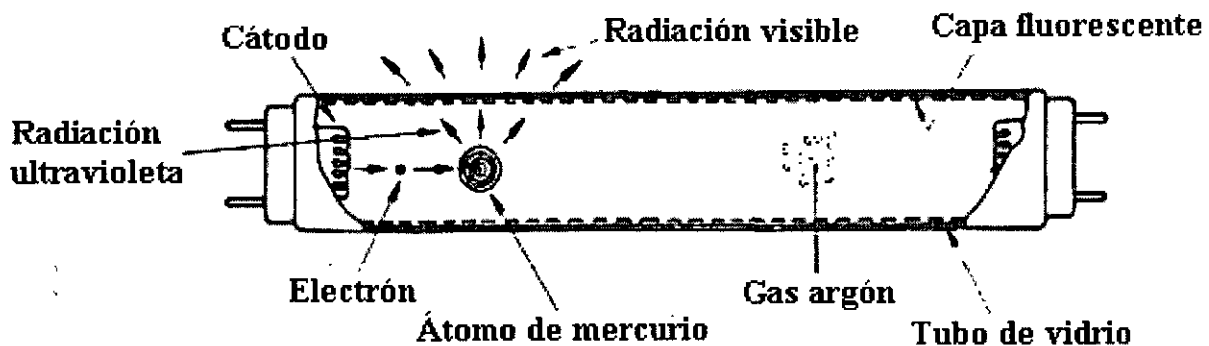
Además de los dos tipos de lámparas halógenas que acabamos de describir y cuya aplicación se centra principalmente en el alumbrado industrial, existen otras lámparas halógenas para aplicaciones diversas, tales como pequeñas lámparas de sobremesa, lámparas para faros de automóviles, lámparas para proyectores de transparencias y diapositivas, etc..

## 2.4 Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes son fuentes luminosas originadas como consecuencia de una descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, en las que la luz se genera por el fenómeno de fluorescencia. Este fenómeno consiste en que determinadas sustancias luminiscentes, al ser excitadas por la radiación ultravioleta del vapor de mercurio a baja presión, transforman esta radiación invisible en otra de onda más larga y que se encuentra dentro del espectro visible.

La lámpara fluorescente normal consta de un tubo de vidrio de un cierto diámetro y longitud variable según la potencia, recubierto internamente de una capa de sustancia fluorescente. En los extremos de este tubo se encuentran los cátodos de wolframio impregnados en una pasta formada por óxidos alcalinotérreos que facilitan la emisión de electrones. El tubo está relleno de gas argón a baja presión y una pequeña cantidad de mercurio.

Conectada la lámpara en su correspondiente circuito, la corriente eléctrica que atraviesa los electrodos, los calienta y les hace emitir electrones, iniciándose la descarga si la tensión aplicada entre los extremos es suficiente. El calor producido, evapora rápidamente el mercurio por lo que la descarga se mantiene en una atmósfera de mayor conductividad, mezcla de gas argón y del vapor de mercurio.



Los electrones así obtenidos, en su recorrido de un extremo a otro del tubo, chocan con los átomos de mercurio y la energía desprendida en el choque se transforma en radiaciones ultravioleta y por lo tanto invisibles, pero capaces de excitar la capa fluorescente que recubre el interior del tubo, con lo que se transforman en luz visible.

Esta es la explicación que inicialmente ofrecemos para justificar el funcionamiento de los tubos fluorescentes, aunque no obstante vamos a completarla con ciertos pormenores prácticos que facilitarán una mayor comprensión del funcionamiento.

Las lámparas fluorescentes, como todas las de descarga, presentan una resistencia al paso de la corriente que disminuye a medida que esta se incrementa. Este efecto las llevaría a la autodestrucción si no les colocáramos algún elemento que controle la intensidad que circula por ellas; este elemento es una reactancia cuyo nombre específico para este caso es "balastro".

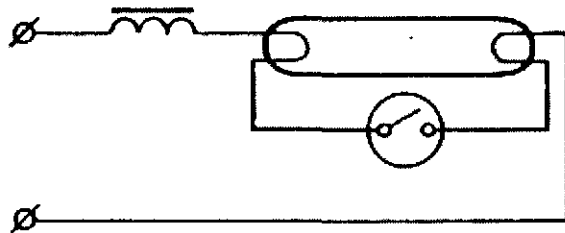
La reactancia o balastro está formada por una bobina de hilo de cobre esmaltado con su correspondiente núcleo magnético. Este conjunto va introducido dentro de un contenedor metálico, y todo ello impregnado al vacío con resinas capaces de penetrar hasta el interior de los más pequeños huecos existentes entre espiras; con ello conseguimos un

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

considerable aumento de la rigidez dieléctrica de la bobina, una mejor disipación del calor formado, y una total eliminación de las posibles vibraciones del núcleo magnético.

Las funciones que debe cumplir una reactancia, en el orden en que se realizan al poner en funcionamiento un tubo fluorescente, son:

- Proporcionar la corriente de arranque o precalentamiento de los filamentos para conseguir de éstos la emisión inicial de electrones.
- Suministrar la tensión de salida en vacío suficiente para hacer saltar el arco en el interior de la lámpara.
- Limitar la corriente en la lámpara a los valores adecuados para un correcto funcionamiento.



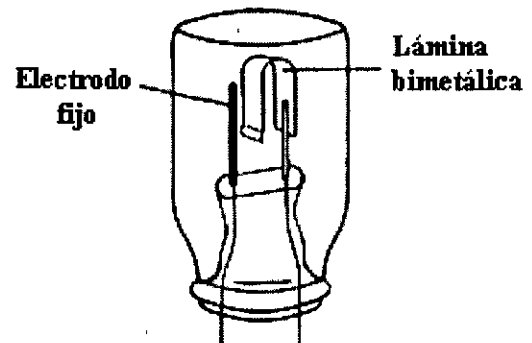
En la figura mostramos el circuito fundamental de funcionamiento de una lámpara fluorescente con su balastro y su interruptor de puesta en marcha (cebador).

Si aplicamos tensión al circuito, no circulará corriente por el mismo, ya que no puede establecerse la descarga, por falta de electrones. Si ahora cerramos momentáneamente el interruptor, el circuito se cierra a través del balastro y de los filamentos del tubo, los cuales iniciarán la emisión de electrones.

Si ahora abrimos el interruptor, se crea una sobretensión como consecuencia de la autoinducción de la bobina del balastro, y encontrándose el tubo fuertemente ionizado como consecuencia de la emisión de electrones, se iniciará la descarga en el seno del gas de relleno y posteriormente en el vapor de mercurio. Así cebado el tubo, quien ahora limita la corriente es el balastro y en bombas de la lámpara quedará la tensión de arco necesaria para mantenerlo. Esta tensión de mantenimiento del arco depende principalmente de la longitud del tubo y suele estar comprendida entre 40 y 100 V.

Todo lo dicho sobre el funcionamiento de la lámpara es perfectamente válido, a excepción del interruptor manual de puesta en funcionamiento, que deberá ser sustituido por un interruptor automático "Cebador".

El cebador consiste en una pequeña ampolla de vidrio llena de gas argón a baja presión, y en cuyo interior se encuentran dos electrodos; uno de ellos, o los dos, son laminillas de diferente coeficiente de dilatación que, por la acción del calor, pueden doblarse ligeramente, y que se encuentran muy próximas. En paralelo con estos dos electrodos encontramos un condensador cuya misión es la de evitar en lo posible las interferencias en las bandas de radiodifusión y TV, que este interruptor automático pueda ocasionar. Estos dos elementos van alojados en un pequeño recipiente cilíndrico de aluminio o de material aislante.



*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

Así constituido el cebador, su funcionamiento puede resumirse de la siguiente manera:

Al conectar el circuito a la red, toda la tensión queda aplicada entre los dos electrodos del cebador. Como consecuencia de la proximidad a que se encuentran, se establece entre ellos y a través del gas de relleno un pequeño arco, el cual produce un aumento de la temperatura en la lámina, y en consecuencia su deformación, hasta ponerse en contacto con la fija, cerrando con ello el circuito de caldeo de los filamentos. Al cesar el arco, la laminilla bimetálica se enfría y por tanto vuelve a su posición inicial, abriendo bruscamente el circuito y provocando la reactancia, la sobretensión ya prevista, que inicia la descarga en el tubo.

Puesta en funcionamiento la lámpara, como la tensión entre sus extremos disminuye a un valor igual al de formación del arco, ya no es capaz de iniciar, entre los electrodos del cebador, ese pequeño arco, y en consecuencia no vuelven a unirse.

Hemos supuesto que a la primera interrupción del cebador, la lámpara inicia la descarga, pero si ello no ocurre, el cebador volverá a cerrar y abrir su contacto hasta que la tensión entre sus extremos disminuya al valor de formación del arco.

Finalmente destacamos que los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo constituyen posiblemente el elemento más importante de esta fuente de luz, ya que el 90% de la luz emitida por los tubos se debe a su acción.

Las investigaciones llevadas a cabo en el campo de la química han permitido descubrir nuevos materiales fluorescentes que mejoran sensiblemente la transformación de las radiaciones ultravioleta en luz visible, al mismo tiempo que permiten la obtención de tonalidades diversas de luz.

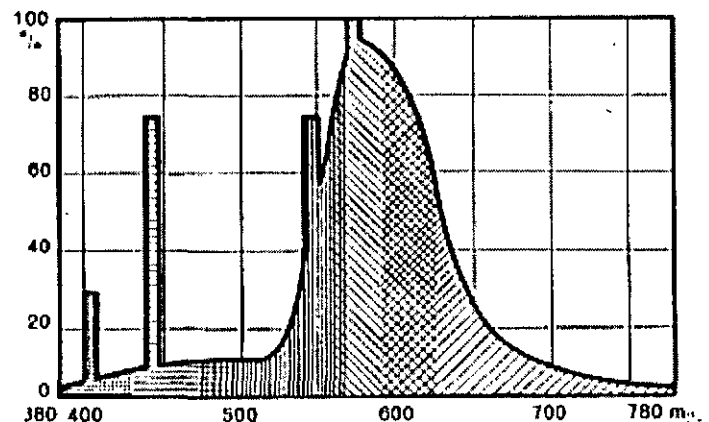
La adecuada dosificación en la mezcla de estas nuevas materias ha permitido la fabricación de una amplia gama de lámparas fluorescentes, con unas características de emisión a diferentes temperaturas de color y con rendimientos cromáticos distintos.

La extensa gama de tonalidades aparecidas en el mercado, y después de una lógica racionalización, ha quedado establecida en tres categorías básicas, según la temperatura de color:

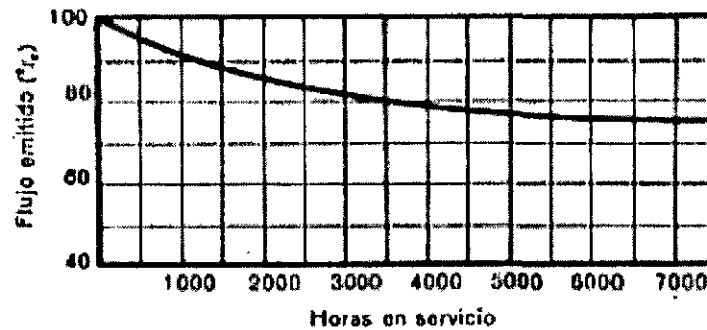
- 1ª ) Tonalidades cálidas (2.700-3.100 °K)
- 2ª ) Tonalidades frías (3.800-4.500 °K)
- 3ª ) Tonalidades luz de día (6.500-7.500 °K)

La figura nos muestra la curva de distribución espectral relativa de una lámpara fluorescente de tono "Blanco cálido".

La vida media de los tubos fluorescentes es del orden de 7.500 horas y la depreciación del flujo emitido para la vida media es aproximadamente del 25%.



## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"



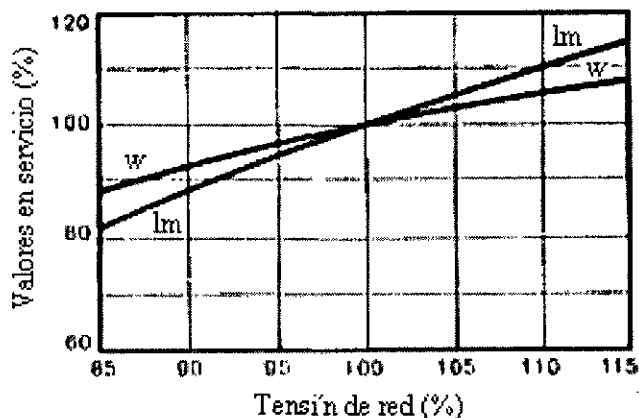
Hasta no hace mucho los modelos que normalmente se fabricaban correspondían a las potencias de 20 W, 40 W, y 65 W, con una longitud variable con la potencia y un diámetro de 36 mm. En la actualidad estos modelos están siendo sustituidos por otros tres tipos de mayor rendimiento luminoso, de potencias 18 W, 36 W y 56 W, de igual longitud y con un diámetro de tan sólo 26 mm.

El funcionamiento de las lámparas fluorescentes puede verse sensiblemente afectado por diversos factores tales como temperatura y humedad ambiente, número de encendidos y tensión de alimentación.

La máxima emisión luminosa de los fluorescentes se produce a temperaturas comprendidas entre 38 y 49 °C, experimentando una pérdida de un 1% por cada grado de variación. Ello es debido a la enorme influencia que tiene la temperatura sobre la producción de rayos ultravioleta.

La presencia de aire húmedo en las proximidades de un tubo fluorescente puede formar una película de humedad sobre el mismo, variando la carga electrostática de la superficie del tubo y haciendo necesarias unas tensiones de arranque superiores a las normales. Este efecto puede eliminarse en gran parte disponiendo sobre la pared externa del tubo una delgada capa de silicona que dispersa la película de agua permitiendo el arranque en mejores condiciones.

La "muerte" de un tubo fluorescente, es casi siempre consecuencia del agotamiento de sus electrodos. El momento más perjudicial para su integridad es siempre el arranque, de lo que puede deducirse que existirá una relación entre el número de encendidos y la vida del tubo. La duración de la vida de los tubos fluorescentes suele indicarse para una frecuencia de encendidos de uno cada tres horas.



El flujo luminoso y la potencia de un tubo fluorescente se ven afectados por la variación de la tensión de alimentación, tal y como podemos ver en la figura.

La tensión mínima para la cual se mantiene el arco, suele ser del 75% de la nominal.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

La eficacia de una lámpara fluorescente, tomada como la relación entre el flujo luminoso y la potencia de la lámpara, es del orden de 55 a 82 Lm/W. Esta es la eficacia que suelen dar los fabricantes, aunque en realidad la eficacia real resultará ser la relación entre el flujo luminoso y la potencia activa total consumida; en este caso tendremos que la eficacia será notablemente menor, de 33 a 68 Lm/W.

Finalmente diremos que la luz de los fluorescentes es especialmente indicada en todos aquellos lugares donde se necesite una iluminación de calidad. Así, es imprescindible en oficinas, tiendas, talleres, y salas y salones de actos.

*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.*

**LAMPARAS FLUORESCENTES**

Potencia lámpara W	Tono de luz	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Dimensiones		Casquillo
			Balasto W	Total W		L mm	D mm	
18	Luz Día	0,37	12	30	1.000	590	26	Biclavillo
	Blanco Frío				1.150			
	Blanco Universal				1.050			
	Blanco Cálido				1.150			
36	Luz Día	0,43	10	46	2.500	1.200	26	Biclavillo
	Blanco Frío				3.000			
	Blanco Universal				2.500			
	Blanco Cálido				3.000			
58	Luz Día	0,67	13	71	4.000	1.500	26	Biclavillo
	Blanco Frío				4.800			
	Blanco Universal				4.000			
	Blanco Cálido				4.800			

Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 55 a 82 Lm/W.  
Temperatura de color 2.700 a 7.500° K.

**2.4.1 Pequeñas lámparas fluorescentes**

Este tipo de lámparas denominadas Dulux, PL, etc..., están basadas en el principio de descarga en vapor de mercurio a baja presión, similar al de las lámparas fluorescentes convencionales. Su principal atributo es su reducido tamaño, comparable al de las lámparas de incandescencia.

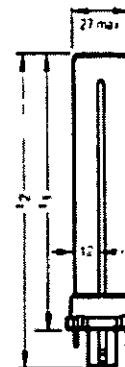
La eficacia luminosa es del orden de 40 Lm/W., su vida media de unas 6.000 horas y la temperatura de color de 2.700 °K. La depreciación del flujo luminoso para su vida media es del 20%.

Se fabrican en cuatro potencias 5W, 7W, 9W y 11W., y tienen la particularidad de que el cebador va incorporado en la base de la lámpara. El balastro es común para las cuatro lámparas y su conexión es, naturalmente, en serie.

También se pueden conectar dos lámparas en serie con un sólo balastro, a excepción de la de 11W., que no es posible debido a su elevada tensión de lámpara.

## PEQUEÑAS LAMPARAS FLUORESCENTES

Modelo	Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Dimensiones	
			Balasto W	Total W		I <sub>1</sub> mm	I <sub>2</sub> mm
5 W	5,5	0,180	4,5	10	250	82	105
7 W	6,9	0,175	4,3	11,2	400	112	135
9 W	8,7	0,170	4,1	12,8	600	144	167
11 W	11,4	0,155	3,4	14,8	900	212	235



Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 45 a 79 Lm/W. Temperatura de color 2.700° K.  
Periodo de arranque 2 a 4 minutos.

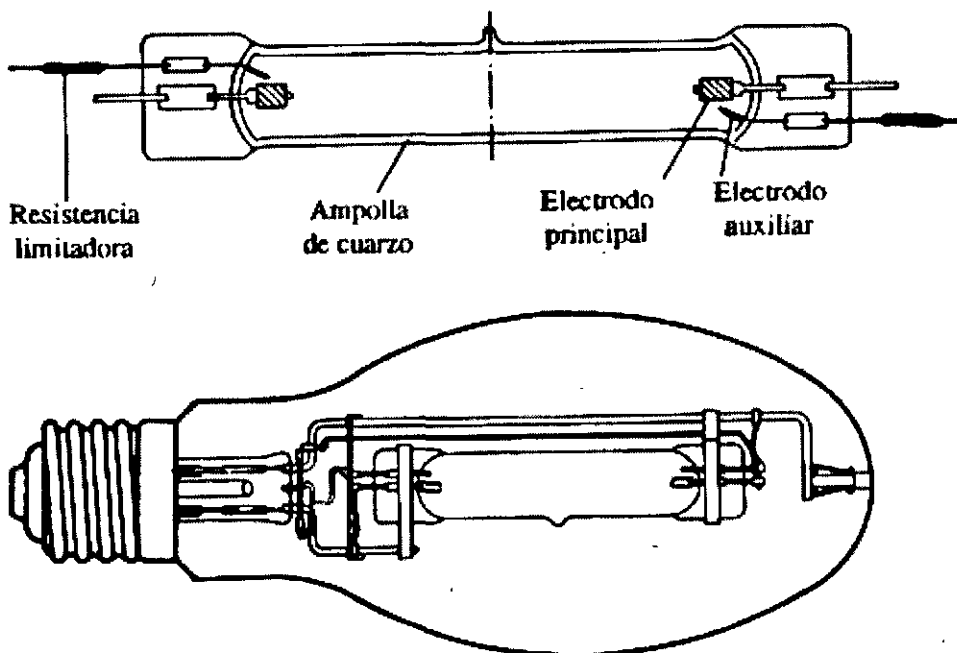
Las características expuestas dotan a estas lámparas de buenas razones para sustituir a las de incandescencia en aquellos lugares de elevada utilización, como hoteles, restaurantes, locales de venta, etc...

El principal inconveniente es que el nivel de iluminación nominal no se alcanza hasta después de transcurridos unos tres minutos.

### 2.5 Lámparas de vapor de mercurio

El funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión, conocidas simplemente como de vapor de mercurio, se basa en el mismo principio que el de las lámparas fluorescentes. Así como una lámpara fluorescente de descarga en mercurio a baja presión genera casi exclusivamente radiaciones ultravioleta, con altas presiones de vapor el espectro cambia notablemente, emitiendo varias bandas que corresponden a las sensaciones de color violeta, azul, verde y amarillo, emitiendo también una pequeña cantidad de radiaciones ultravioleta.

Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido en gran parte a la ausencia de radiaciones rojas, las radiaciones ultravioleta se transforman, mediante sustancias fluorescentes, en radiaciones comprendidas dentro del espectro rojo, dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático.

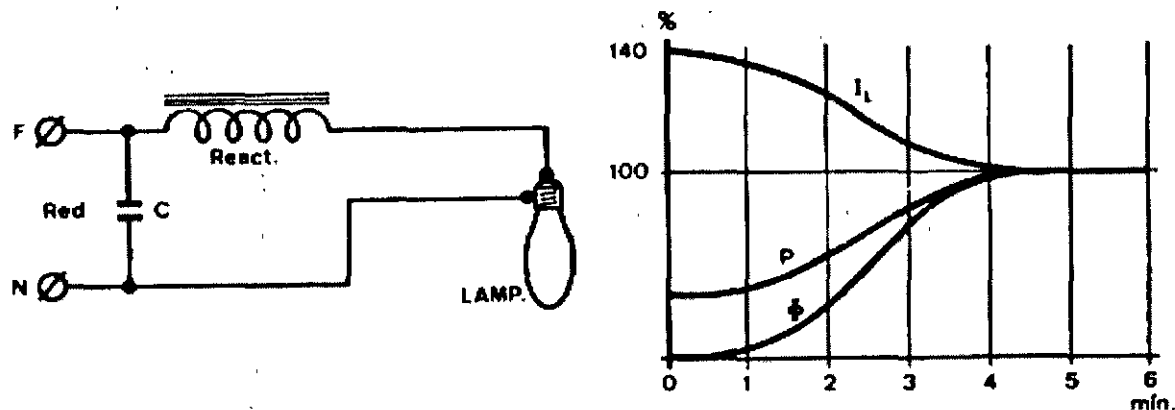




"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

Las lámparas de vapor de mercurio están constituidas por una pequeña ampolla de cuarzo, provista de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares, en cuyo interior se encuentra una cierta cantidad de argón y unas gotas de mercurio. Los electrodos auxiliares llevan una resistencia en serie que limita la intensidad que por ellos puede circular.

La pequeña ampolla de cuarzo está contenida dentro de otra de mucho mayor tamaño, de vidrio, cuya misión es la de proteger a la pequeña ampolla, establecer un cierto equilibrio térmico, así como también la de ser depositaria en su interior de sustancias fluorescentes encargadas de darle una cierta tonalidad roja.



Como todas las lámparas de descarga, la lámpara de vapor de mercurio debe llevar un elemento limitador de corriente, balastro. Cuando la conectemos a la red de alimentación, se producirá inicialmente una descarga entre el electrodo principal y el auxiliar, que se encuentran muy próximos, lo que ioniza el argón, haciéndolo conductor y estableciendo un tenue arco entre los dos electrodos principales; el calor generado por esta descarga va progresivamente evaporando el mercurio del interior de la ampolla, y poco a poco se va convirtiendo en el conductor principal.

A medida que aumenta la temperatura en el tubo de descarga, aumenta la presión del vapor de mercurio y con ella la potencia activa consumida y el flujo luminoso emitido, hasta alcanzar, al cabo de 3 o 4 minutos, los valores normales de régimen. La intensidad absorbida por el circuito se inicia con un valor del orden del 40 al 50% mayor que el nominal, y va reduciéndose progresivamente tal y como hemos indicado.

Esta variación de la intensidad durante el arranque de la lámpara tiene una muy importante influencia en el circuito, ya que en un alumbrado de este tipo, el limitador deberá estar dimensionado para poder aguantar dicha intensidad.

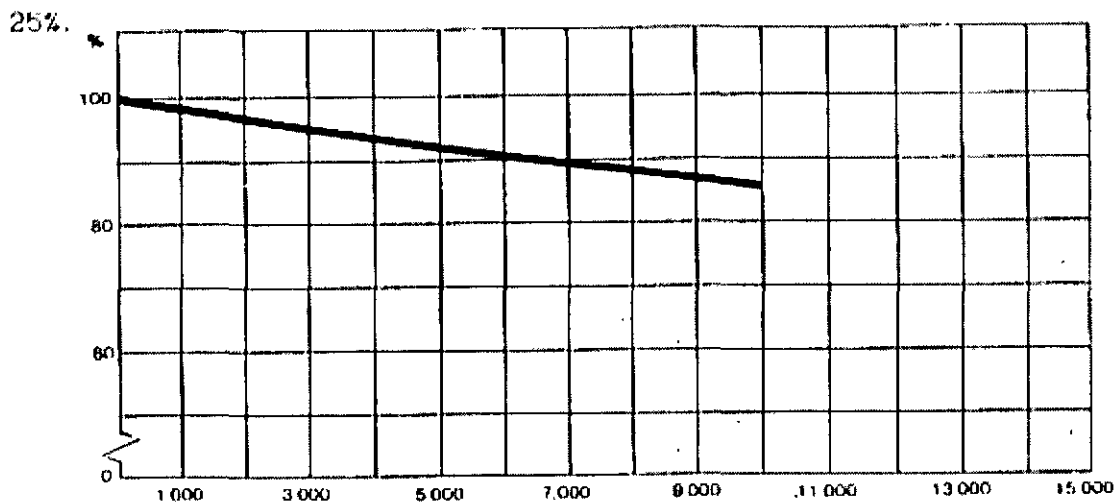
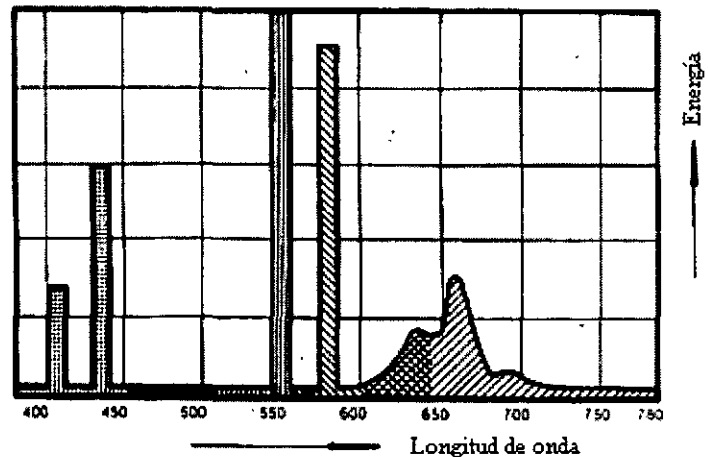
Si por algún motivo se apaga la lámpara, y seguidamente queremos volver a encenderla, ello no resulta posible debido a que el vapor de mercurio no se habrá enfriado y estará con una presión elevada. Transcurridos tres o cuatro minutos, la lámpara se habrá enfriado y reanudará el periodo de encendido; esto supone un serio inconveniente para este tipo de lámparas.

La curva de distribución espectral viene representada en la siguiente figura, pudiendo observar los cuatro colores predominantes, así como también la zona del rojo que genera la capa fluorescente.

## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

La temperatura de color de estas lámparas, depende del tipo de recubrimiento fluorescente que lleve, pero suele estar comprendida entre 3.800 y 4.000 °K, y tiene un rendimiento luminoso que oscila entre 40 y 60 Lm/W.

La depreciación del flujo luminoso depende naturalmente de las horas de funcionamiento de la lámpara. La depreciación suele ser del 12% a las 8.000 horas de funcionamiento y del 35% a las 15.000 horas.



La vida media de la lámpara es extraordinariamente elevada, del orden de 24.000 horas, aunque para estas horas de funcionamiento la depreciación del flujo luminoso sea del orden del 50%. Los fabricantes aconsejan cambiar la lámpara antes de las 15.000 horas de funcionamiento, cuando la depreciación del flujo no es superior al 25%.

Las lámparas de vapor de mercurio resultan muy aconsejables en alumbrados públicos y en grandes almacenes.

Al igual que para las lámparas fluorescentes, la reactancia hace que el circuito tenga un bajo factor de potencia, por lo que se recomienda la colocación de condensadores. Así, por ejemplo, la lámpara de 125 W. a 220 V., tiene un consumo de 1,15 A. y una potencia total consumida de 137 W, por lo tanto tendremos un factor de potencia:

$$\cos\varphi = \frac{W_a}{W_\varphi} = \frac{125}{220 \times 1,15} = 0,476 \quad ; \quad \sin\varphi = 0,881$$

$$I_a = 1,15 \cdot 0,476 = 0,547 \text{ A} \quad ; \quad I_r = 1,15 \cdot 0,881 = 1,013 \text{ A}$$

## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

La capacidad necesaria para que el circuito trabaje con un factor de potencia 0,9, será:

$$\cos \varphi = 0,90 \quad ; \quad \tan \varphi = 0,484$$

$$I_x = 0,967 - 0,621 \cdot 0,484 = 0,667 \text{ A}$$

$$C = \frac{0,667}{220 \cdot 314} = 0,0000096 \text{ F} = 9,6 \mu\text{F}$$

## LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO COLOR CORREGIDO

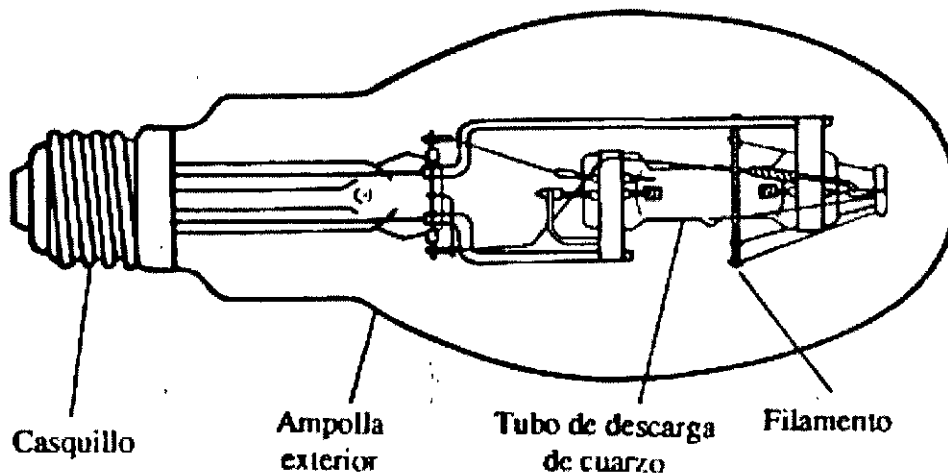
Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Tiempo de encendido minutos	Dimensiones		Casquillo
		Balasto W	Total W			L mm	D mm	
50	0,62	9	59	1.800	5	130	55	E-27
80	0,80	9	89	3.500	3,5	157	70	E-27
125	1,15	13	137	5.600	1,5	177	75	E-27
250	2,05	16	266	12.000	4	227	90	E-40
400	3,15	25	425	21.000	4	290	120	E-40
700	5,25	35	735	37.000	4	330	140	E-40
1.000	7,50	47	1.047	52.000	4	410	165	E-40

Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 16 a 52 lm/W.  
Periodo de arranque 4 minutos. Temperatura de color 4 000° K.

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

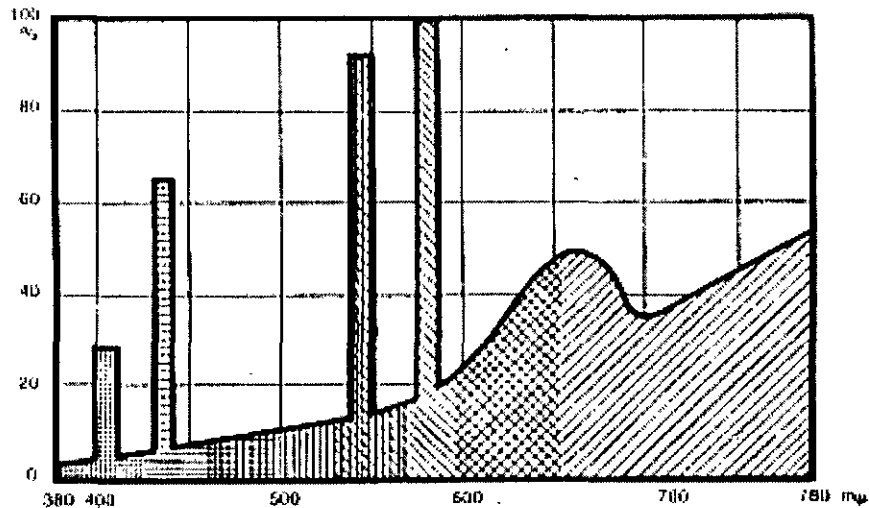
## 2.6 Lámparas de luz mezcla

Las lámparas de luz mezcla son una variante de las de vapor de mercurio. El control de la intensidad que normalmente se consigue con una reactancia, en las lámparas de vapor de mercurio, en el caso de las lámparas de luz mezcla se hace mediante una resistencia en forma de filamento de tungsteno colocado en su interior, contribuyendo además a la emisión luminosa.



Como consecuencia de la aportación luminosa del filamento de incandescencia, el espectro de la radiación es el resultado de la adición al espectro típico de la lámpara de vapor de mercurio, el espectro de una lámpara de incandescencia rica en radiaciones rojas e infrarrojas.

## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"



La eficacia de estas lámparas es del orden de 25 Lm/W., y tienen una depreciación del flujo luminoso muy pequeña, no llega al 20%, para la vida media de la lámpara, que es del orden de 6.000 h., para un encendido cada tres horas.

## LAMPARAS DE LUZ MEZCLA

Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Flujo luminoso Lm	Dimensiones		Casquillo
			L mm	D mm	
160	0,8	3.100	177	75	E-27
250	1,2	5.600	226	90	E-40
500	2,4	14.000	275	120	E-40
1.000	4,7	32.500	315	160	E-40

Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 19 a 32 Lm/W.  
Periodo de arranque 4 minutos.

Es importante resaltar en estas lámparas que, durante el periodo de arranque, el exceso de tensión no absorbido por el tubo de descarga sobrecarga considerablemente el filamento, motivo por el que la vida media se ve en gran medida afectada por el número de encendidos.

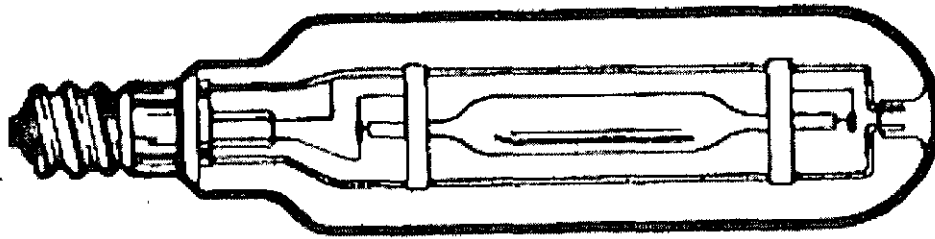
Debido a la posibilidad de sustitución directa de estas lámparas por las de incandescencia, resultan adecuadas en aquellos casos en los que se pretende mejorar la iluminación sin grandes complicaciones.

### 2.7 Lámparas de mercurio con halogenuros

La constitución de las lámparas de halogenuros metálicos es similar a la de las de vapor de mercurio, de las que se diferencia en que, además de mercurio, contienen halogenuros de tierras raras, tales como disprosio, talio, indio, holmio o tulio, con lo que se obtienen mayores rendimientos luminosos y sobre todo una mejor reproducción cromática.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

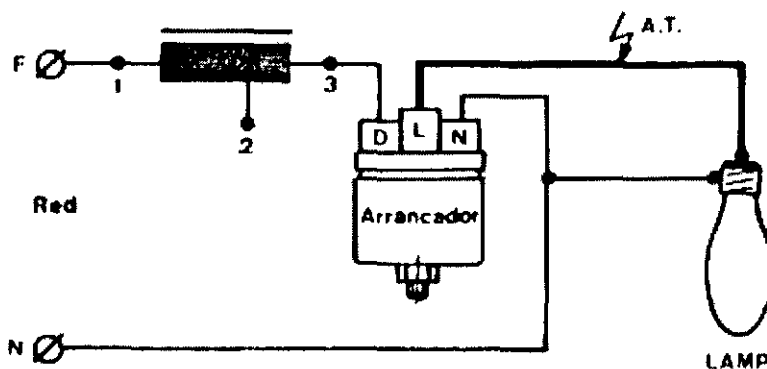
El tubo de descarga es de cuarzo con un electrodo de wolframio en cada extremo, recubierto de un material emisor de electrones. El bulbo exterior es de vidrio duro y sirve para el equilibrio térmico del tubo de descarga y para su aislamiento.



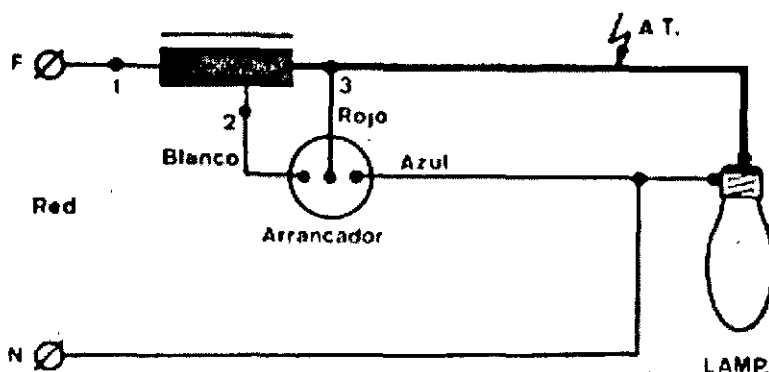
Aunque las condiciones de funcionamiento son similares a las de las lámparas de vapor de mercurio, la adición de halógenos hace necesaria una tensión de encendido muy superior a la de una red de alimentación, 200/380 V., por lo que necesita un arrancador que proporcione tensiones de pico del orden de 1,5 a 5 kV.

Las lámparas de halógenos metálicos, como todas las de descarga se deben conectar a la red a través de una reactancia que controle la intensidad, debiendo tener especial cuidado de que la combinación reactancia-arrancador sea la adecuada. Dos son los circuitos que se suelen utilizar para el funcionamiento de estas lámparas.

El período de arranque es de 3 a 5 minutos, hasta que la lámpara da el flujo luminoso previsto y el reencendido de 10 a 20 minutos, dependiendo del tipo de luminaria y de la potencia de la lámpara. La tensión entre sus extremos, necesaria para mantener la descarga, es del orden de 100 a 200 V., depende de la potencia.



Dado que estas lámparas no emiten radiaciones ultravioleta, eliminan la necesidad de la capa fluorescente, por lo que se suelen construir en ampollas cilíndricas y transparentes.



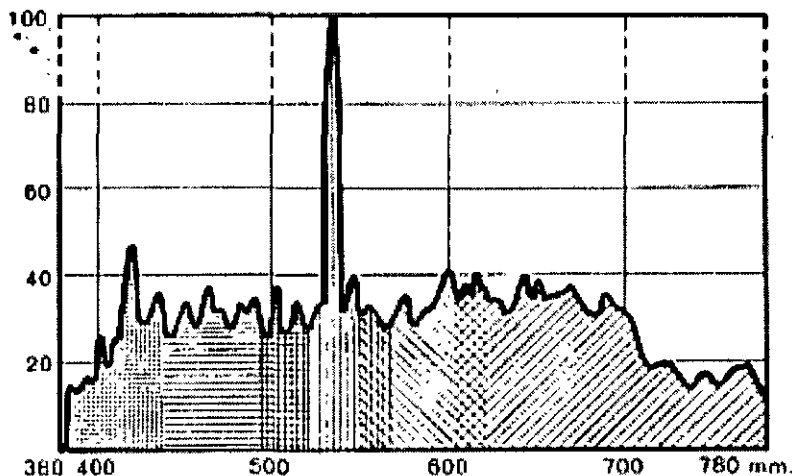
Los tipos de lámparas existentes en el mercado son muy diversos y dependen principalmente del tipo de halógeno introducido. Tanto la temperatura de color proporcionada, como la eficacia luminosa obtenida dependen de este concepto.

"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

Así, cuando se utilizan aditivos de sodio, talio e indio, se obtiene una eficacia luminosa del orden de 95 Lm/W. y una temperatura de color de unos 4.200 °C. Cuando se utilizan aditivos a base de estaño, el rendimiento luminoso es de unos 45 Lm/W. y la temperatura de color del orden de 5.000 °C.

En la siguiente figura podemos ver la curva de distribución espectral de una lámpara típica de halogenuros metálicos. De todas las que hemos visto es la que tiene un espectro más continuo, y solamente tiene una cresta importante en la zona de los verdes.

Tampoco podemos concretar nada sobre la vida media de estas lámparas cuyo valor puede decirse que se encuentra entre 2.000 y 8.000 horas, dependiendo muy directamente del tipo y del fabricante.



Como ya hemos dicho, la principal cualidad de estas lámparas es la reproducción cromática, por lo que la hacen especialmente indicada en aquellos casos en los que la reproducción cromática sea fundamental, como por ejemplo en aplicaciones televisivas.

El campo de utilización de estas lámparas, así como sus características especiales no están definidas totalmente, ya que se encuentran en pleno desarrollo. De hecho, en la actualidad, estas lámparas están siendo investigadas en profundidad, por lo que se desconoce el alcance real al que puedan llegar.

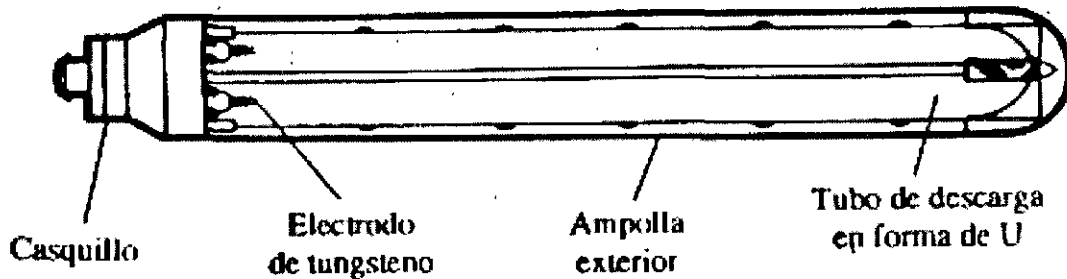
### LAMPARAS DE MERCURIO CON HALOGENUROS METALICOS

Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Dimensiones		Casquillo
		Balasto W	Total W		L mm	D mm	
250	3	25	275	19.000	220	46	E-40
360	3,5	25	385	25.000	285	46	E-40
1.000	9,5	50	1.050	90.000	340	76	E-40
2.000	10,3	80	2.080	170.000	430	100	E-40
3.500	18	150	3.650	300.000	430	100	E-40

Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 76 a 86 Lm/W.  
Temperatura de color 5.400 a 6.000° K. Periodo de arranque 3 a 5 minutos.

## 2.8 Lámparas de vapor de sodio a baja presión

Constructivamente las lámparas de vapor de sodio a baja presión están formadas por dos ampollas de vidrio tubulares. La ampolla interna o tubo de descarga tiene forma de U y en su interior se encuentra una pequeña cantidad de gas neón a baja presión y sodio puro en forma de gotas, cuando está frío; así mismo, en los extremos del tubo de descarga se encuentran dos electrodos de filamento de wolframio, sobre los que se ha depositado un material emisor de electrones.



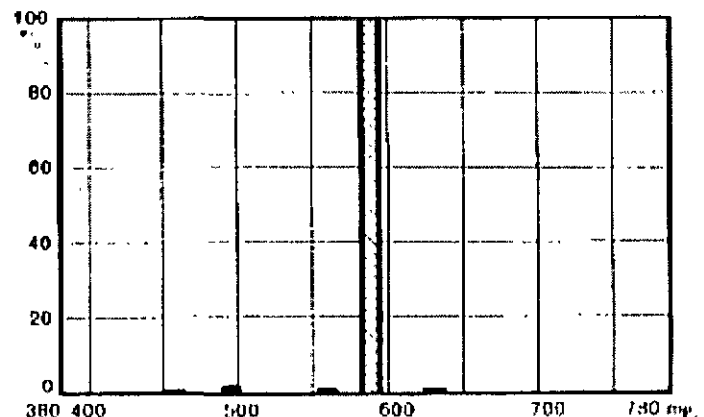
La ampolla exterior envolvente, tiene como misión la protección térmica y mecánica del tubo de descarga, y entre las dos se ha hecho el vacío.

Al aplicar tensión entre los electrodos, se produce la descarga a través del gas neón, la cual determina la emisión de una luz roja característica de este gas. El calor generado por la descarga produce la vaporización progresiva del sodio y, como consecuencia, la descarga pasa a efectuarse en una atmósfera en la que la concentración de sodio es cada vez mayor, produciendo una luz cada vez más amarilla.

El proceso de encendido de una lámpara de vapor de sodio a baja presión dura unos 10 minutos y al final se obtiene una luz amarilla monocromática de una longitud de onda de 5.890 m.

El rendimiento de estas lámparas es óptimo cuando la temperatura interna alcanza los 270 °C, por lo que la pared interna del tubo exterior lleva una fina capa de óxido de indio, el cual permite el paso de las radiaciones visibles, pero detiene el 90% de las radiaciones infrarrojas, que se invierten en calentar el tubo.

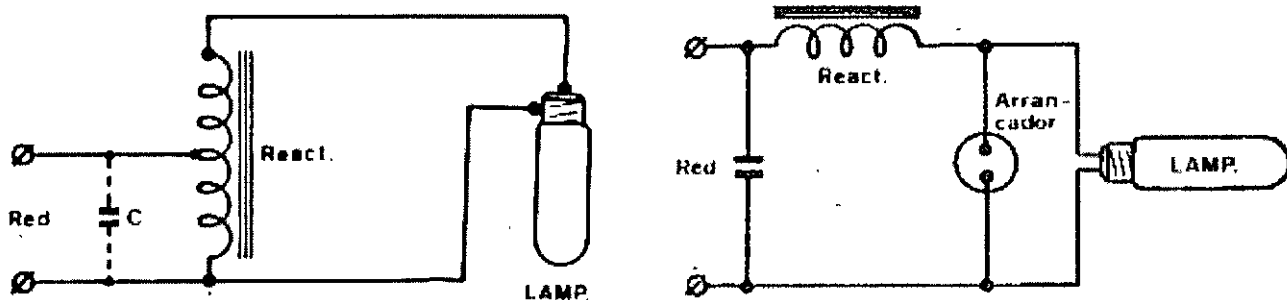
La curva de distribución espectral es monocromática, de color amarillo, situado en la zona donde la sensibilidad del ojo humano es de un 75% con respecto a la máxima. Por tal motivo estas lámparas resultan adecuadas en aquellos lugares en donde la reproducción de los colores es secundaria como, por ejemplo, en vías de tránsito urbano, en donde lo principal es la percepción del movimiento; también es aplicable este tipo de luz en grandes espacios industriales de carga, descarga y estacionamiento.



La eficacia luminosa de las lámparas de vapor de sodio a baja presión es la más elevada de todas las existentes, llega a ser de 190 Lm/W. La vida media resulta ser de unas 15.000 horas, con una depreciación que no llega al 20%.

La tensión mínima de arranque que necesitan estas lámparas es del orden de los 390 V. para potencias de lámpara pequeñas (35 W.) y del orden de los 600 V. para las de gran potencia (180 W.). Por tal motivo, se hace imprescindible en el circuito un elemento que además de controlar la intensidad, como en todas las lámparas de descarga, eleve la tensión de la red al valor necesario; esto se consigue mediante reactancias autotransformadoras de dispersión.

Para algunas potencias de lámparas, cuya tensión de arranque es del orden de 390 V. y la tensión de funcionamiento del arco de unos 100 V., es posible utilizar reactancias de choque en lugar del autotransformador.



Cuando se utilicen reactancias de choque es imprescindible utilizar también un arrancador capaz de producir unos impulsos de tensión elevada que inicien la descarga en el interior de la lámpara.

Así, por ejemplo, en el segundo circuito indicado en la figura, cuando lo conectemos a la red, el arrancador recibe entre sus extremos la tensión total de la red, por lo que el pequeño circuito electrónico que lo forma comienza a oscilar, produciendo descargas de tensión de un valor de pico de unos 1.500 V. y de una duración de 3 a 4 ms. La energía de estos impulsos es suficiente para iniciar la descarga en la atmósfera de neón del interior de la lámpara, provocando el encendido de esta. Al producirse el cebado, la tensión en bornas de la lámpara disminuye, por lo que el arrancador queda alimentado a una tensión notablemente inferior a la de la red (100V.), que es insuficiente para hacerle oscilar, quedando en reposo durante todo el tiempo que la lámpara permanezca encendida.

Este sistema de encendido permite utilizar reactancias más simples y ligeras, para las que el condensador de corrección del factor de potencia es de menos capacidad que en el caso de las reactancias autotransformadoras.

*Se permite cuando la percepción de contrastes es primordial, y no es importante la reproducción correcta de los colores, como por ejemplo en autopistas, puertos 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.*



## LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESION

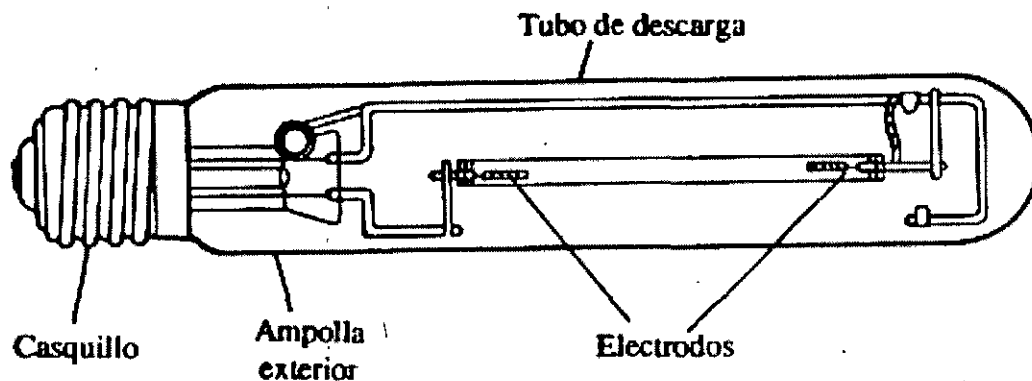
Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Dimensiones		Casquillo
		Balasto W	Total W		L mm	D mm	
35	1,4	21	56	4.800	310	54	B-22
55	1,4	21	76	8.000	425	54	B-22
90	2,1	23	113	13.500	528	68	B-22
135	3,1	40	175	22.500	775	68	B-22
180	3,1	40	220	33.000	1.120	68	B-22

Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 137 a 183 Lm/W.  
Período de arranque 10 a 15 minutos.

### 2.9 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de sodio a baja presión tienen una inmejorable eficacia luminosa, pero su reproducción cromática es muy deficiente. Para mejorar este tipo de lámparas hay que hacerles una serie de modificaciones, tales como aumentar la presión del vapor de sodio, a costa de trabajar a temperaturas más elevadas, y agregar además del gas inerte, xenón, una pequeña cantidad de mercurio que ayude a mejorar el espectro.

Para que estas dos modificaciones se puedan hacer realidad hay que vencer una seria dificultad, dado que el sodio a alta presión y temperatura, ataca seriamente al vidrio y al cuarzo, materiales utilizados hasta ahora para estos cometidos.

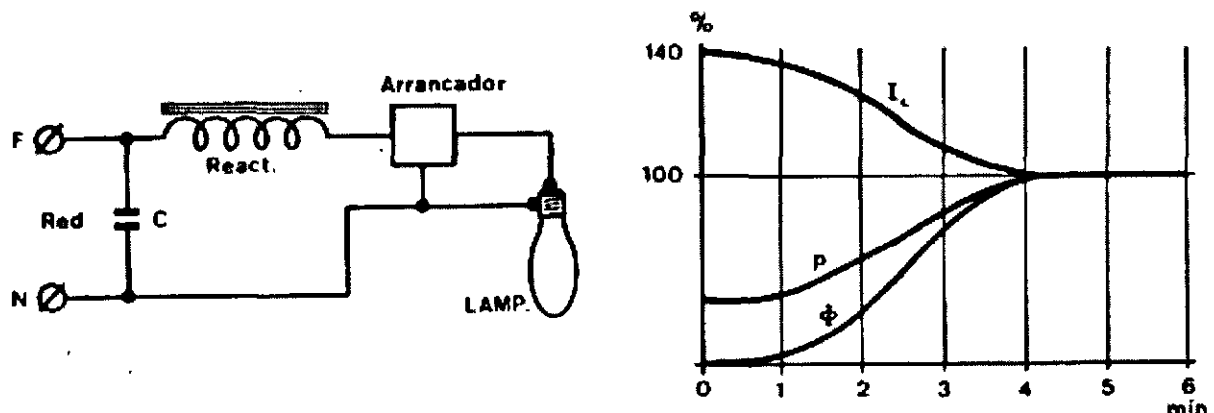


Para cumplir este cometido se han creado tubos de descarga a base de óxido de aluminio sinterizado, capaces de soportar la acción del sodio a temperaturas superiores a los 1.000 °C y al mismo tiempo transmitir el 90% de la luz visible producida por la descarga eléctrica en su interior. Este tubo está cerrado mediante tapones de corindón sintético, en los que se soportan los electrodos.

El tubo de descarga se aloja en el interior de una ampolla de vidrio duro, resistente a la intemperie que le sirve de protección y aislamiento eléctrico y térmico. La despreciable cantidad de radiaciones ultravioleta que generan estas lámparas, hace innecesario el empleo de material fluorescente, por lo que esta ampolla es totalmente transparente.

"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

Debido a la presión elevada del sodio en el tubo de descarga, para el encendido de estas lámparas es preciso aplicar tensiones de pico comprendidas entre 2.800 y 5.500 V., por lo que además de la imprescindible reactancia hay que colocar arrancadores especiales capaces de generar los impulsos de encendido. El modelo de lámpara de 70 W. lleva incorporado dicho arrancador.

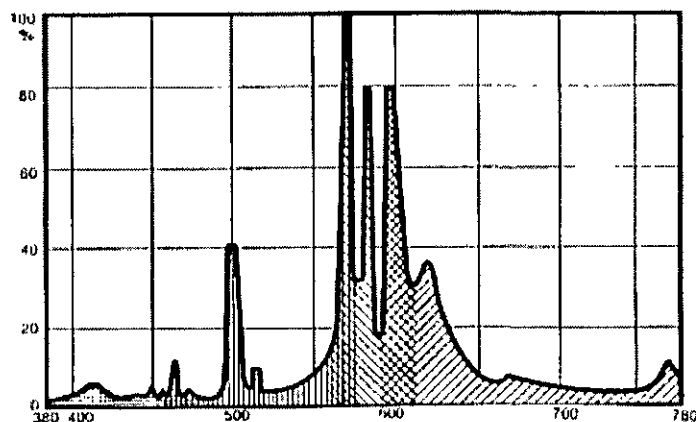


Al conectar el circuito a la red de alimentación, el arrancador proporcionará los impulsos de tensión necesarios para iniciar la descarga en el gas xenón. La elevación de temperatura producida por la descarga, va evaporando el mercurio y el sodio, que pasan a ser conductores principales, con lo que la iluminación irá aumentando hasta que al cabo de unos 5 minutos se alcance el valor nominal.

La intensidad de arranque de estas lámparas es del orden del 40 al 50% superior al valor nominal que se alcanza una vez transcurrido el tiempo de encendido. La potencia activa consumida por la lámpara va aumentando hasta alcanzar su valor nominal máximo, que junto con la potencia aparente nos determinará el factor de potencia típico de estos circuitos y que como en los demás casos resultará ser del orden de 0,5.

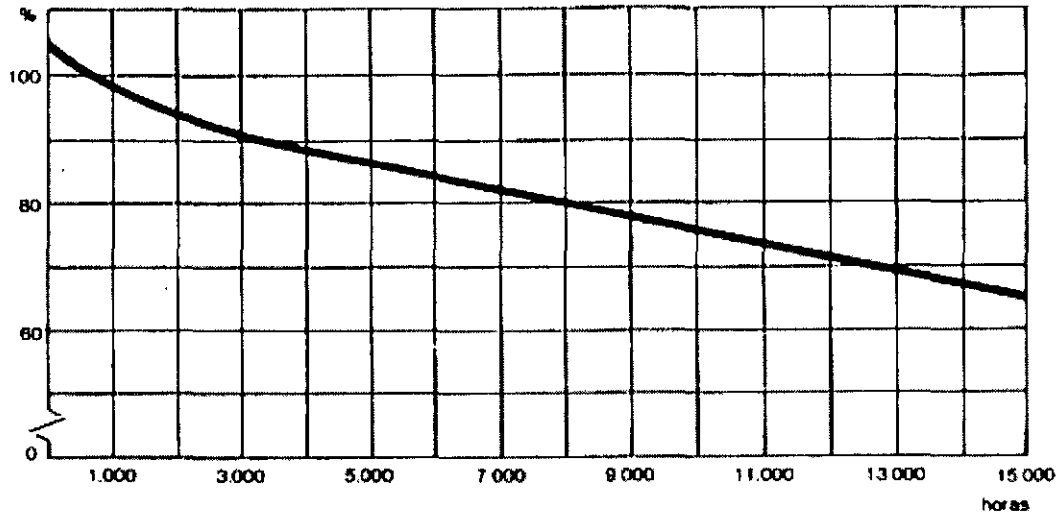
Al igual que las otras lámparas de descarga, si por alguna circunstancia se desconectan, no pueden volver a encenderse hasta transcurrido el tiempo necesario para que la presión del sodio descienda a valores inferiores. Así, el tiempo de reencendido suele ser del orden de 2 a 3 minutos.

La curva de distribución espectral de una lámpara de vapor de sodio a alta presión resulta sensiblemente mejorada con respecto a las de baja presión, pudiendo apreciar en ellas una mejor reproducción cromática.



*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

La eficacia luminosa es francamente buena, del orden de 120 Lm/W. y la temperatura de color resulta ser de 2.200 °K.



La vida media es de unas 15.000 horas, con una depreciación del flujo que no llega al 40%. La mejora de la reproducción cromática conseguida con estas lámparas, las hace muy apreciadas en alumbrados públicos, y en general en todos aquellos espacios en los que se requiera una iluminación económica sin grandes exigencias cromáticas.

### LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION

Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Dimensiones		Casquillo
		Balasto W	Total W		L mm	D mm	
70	1	13	83	5.800	156	70	E-27
150	1,2	15	115	9.500	186	75	E-40
150	1,8	20	170	14.000	226	90	E-40
250	3	25	275	25.000	226	90	E-40
400	4,4	50	450	47.000	290	120	E-40
1.000	10,3	90	1.090	120.000	400	165	E-40

Tensión de alimentación 220 V. Eficacia luminosa 82 a 120 Lm/W. Temperatura de color 2.200° K.  
Periodo de arranque 5 minutos.

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

## 2.10 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.

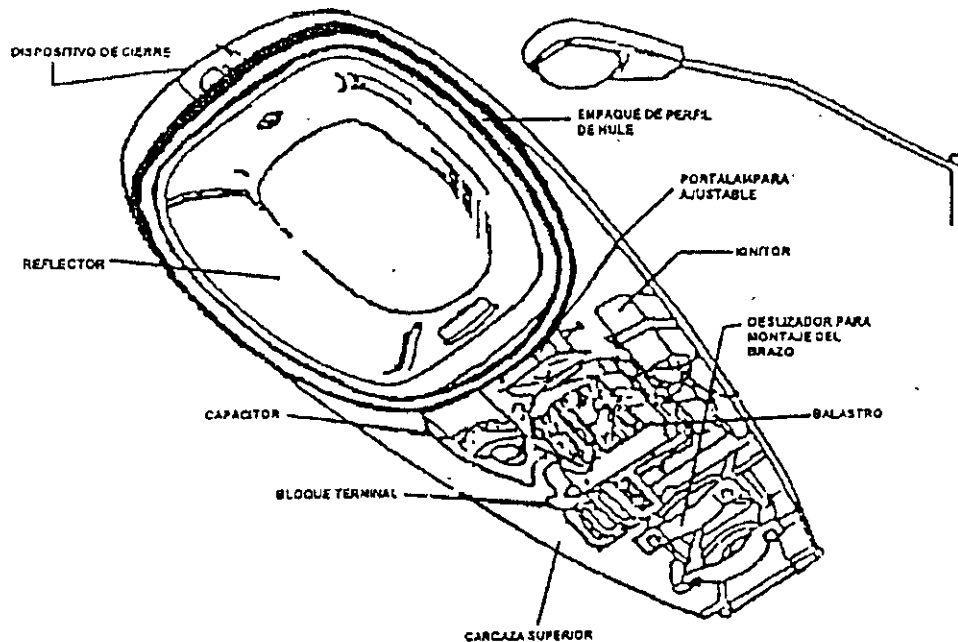


Fig. 904.3a Componentes de un luminario típico

### 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.
- 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).

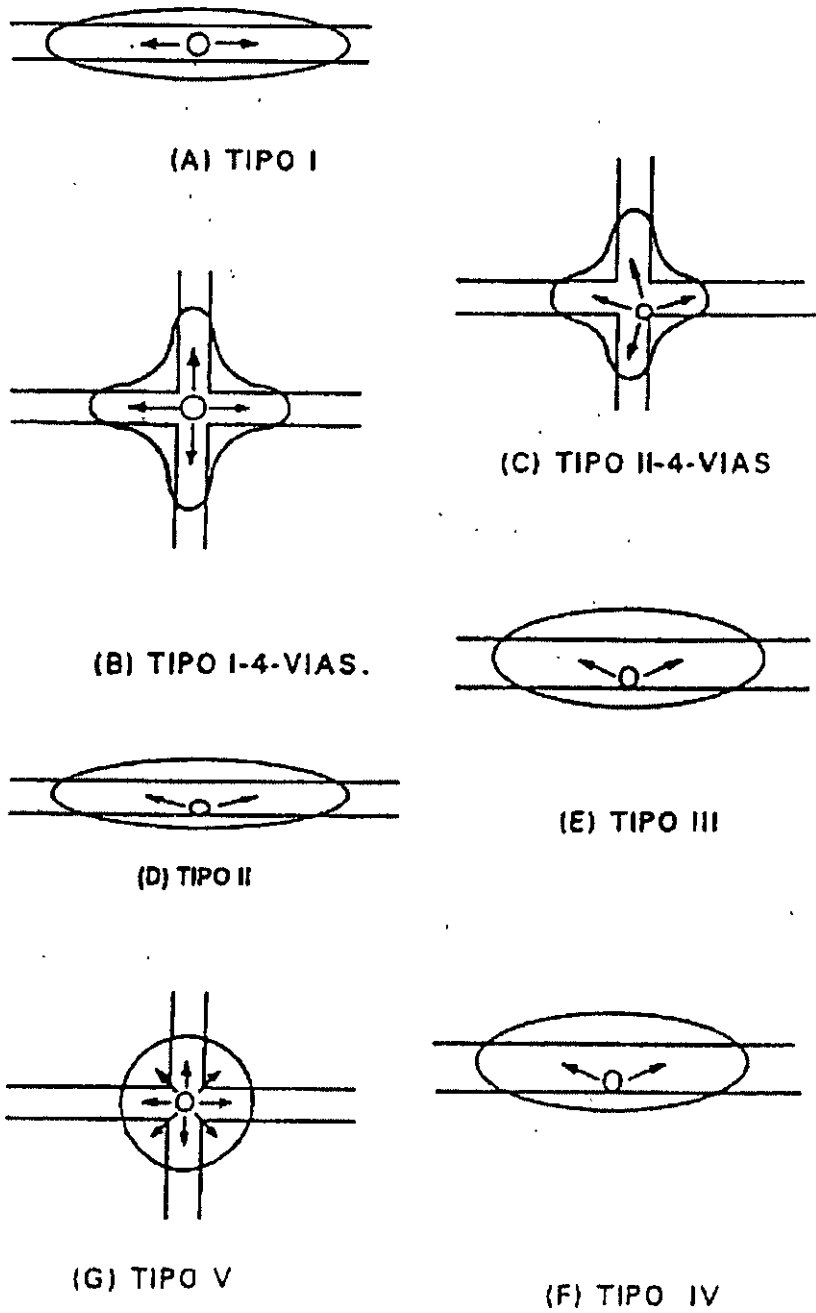


Figura 904.3ab Clasificación de la distribución de luz

"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

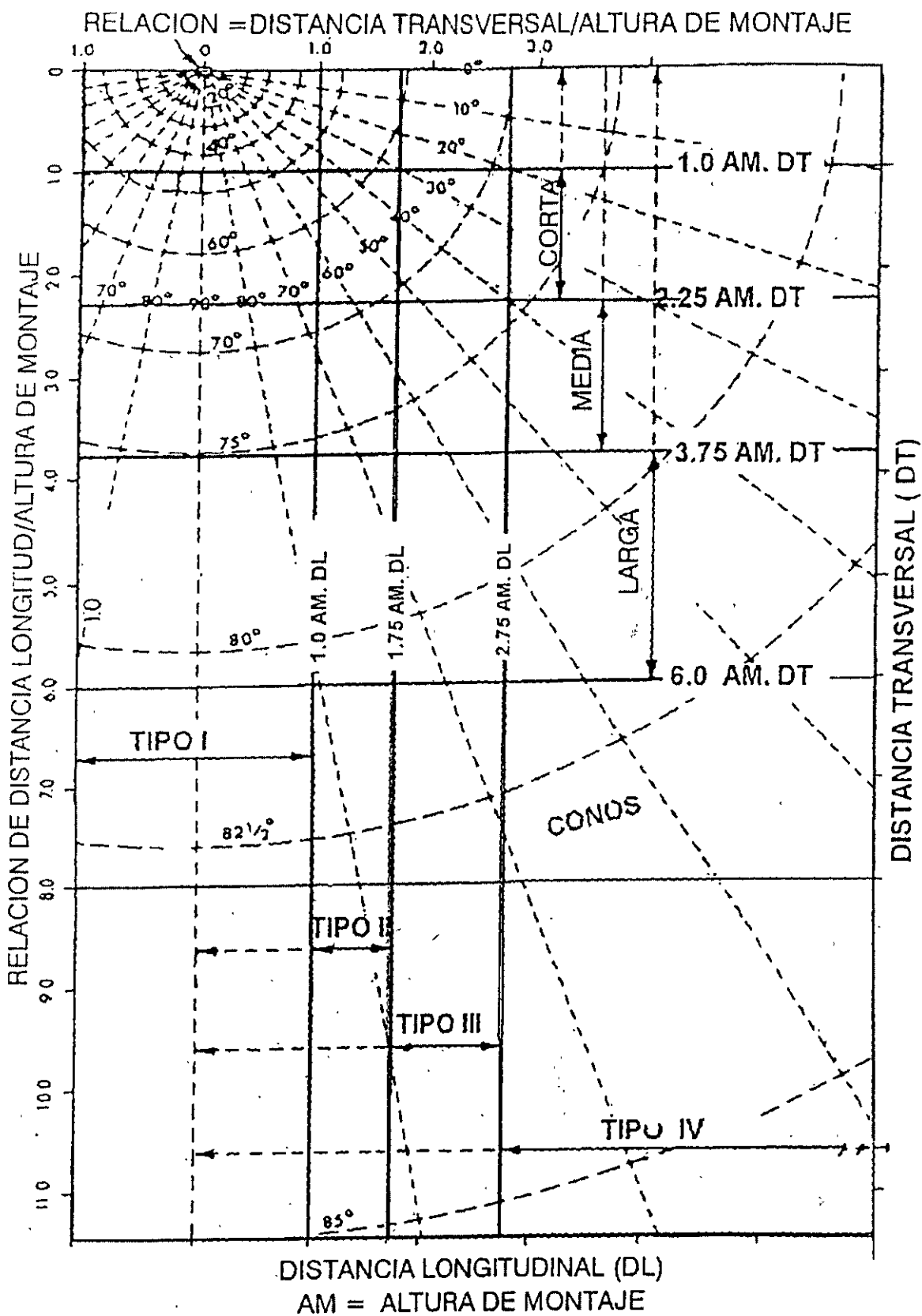


Fig. 904.3ac Curvas de Isocandelas

“MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS”

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 ( $I_{rl} = 0$  AM) y permanece entre el área con relación a  $I_{rl} = 1.0$  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  $I_{rl} = 1.75$  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  $I_{rl} = 1.75$  AM a  $I_{rl} = 2.75$  AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela
- Tipo IV.- La mitad de la línea transversal cruza a  $I_{rl} = 2.75$  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 coratdo	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 parámetros 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  $I_{max}$ . Del plano que pasa al máximo, como se muestra en la figura 904 3c.

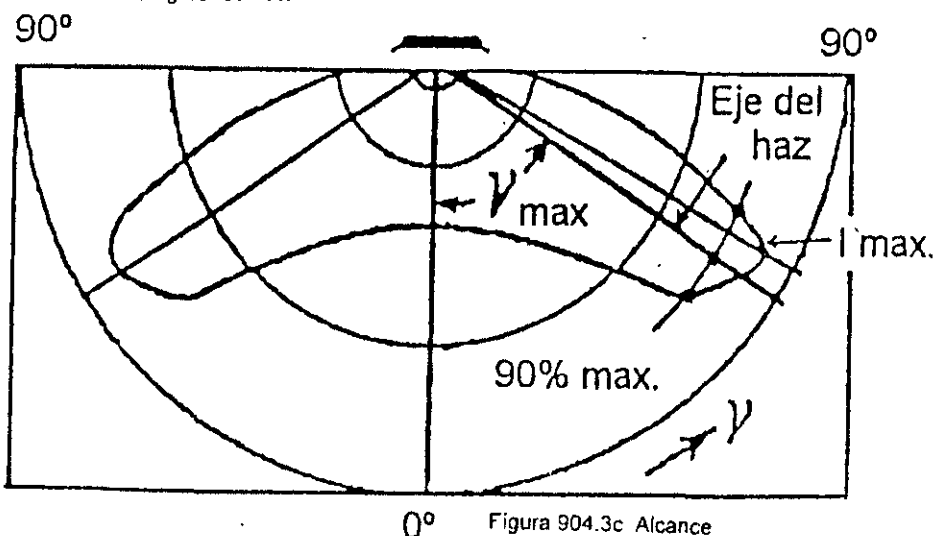


Figura 904.3c Alcance

Curva polar de intensidad en el plano de intensidad luminosa máxima, con indicación del ángulo máx.

Para determinar el alcance de la luminaria se definen tres grados de alcance.

-Dispersión.

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

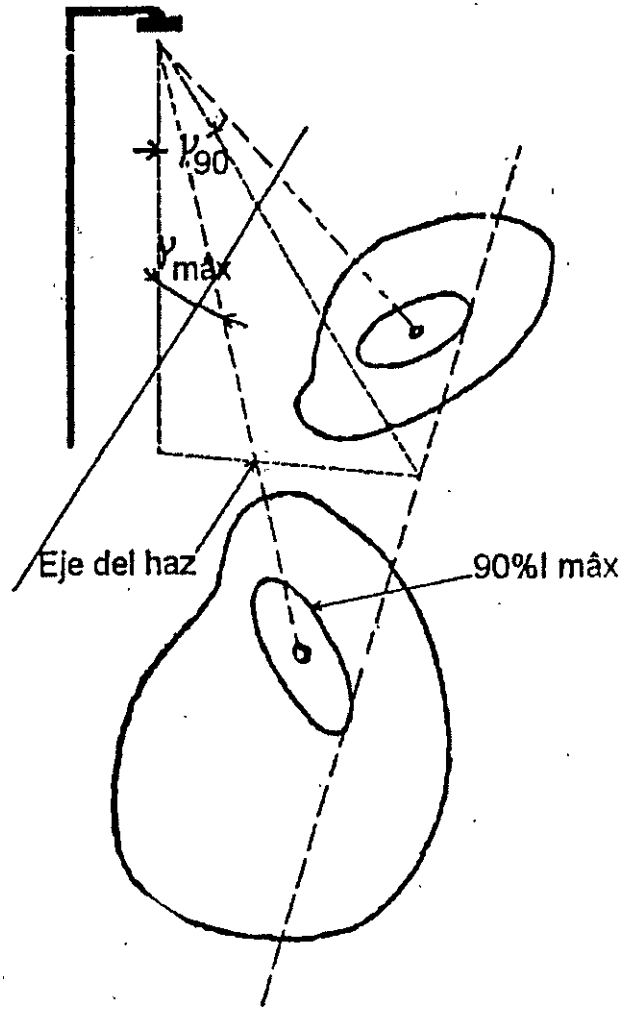


Figura 904.3d Dispersión

Diagrama isocandela relativo proyectado en la vialidad que incluye una indicación del ángulo  $\gamma_{90}$  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



*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

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

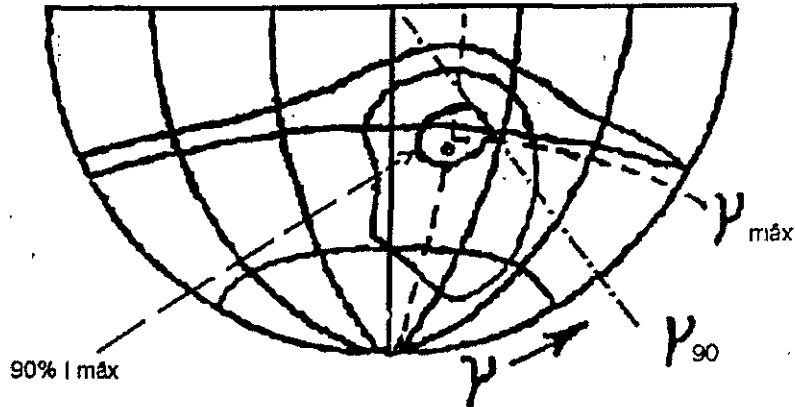


Figura 904.3e Diagrama de Intensidad de luminario en proyección azimutal

Diagrama isocandela relativo en proyección azimutal (sinusoidal), con indicación de los ángulos y máx. 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.

$$SU = 13.84 - 3.31 \log 180 + 1.3 \log (180/10.5) - 0.08 \log 180/188 + 1.29 \log F + C$$

siendo:

180: La intensidad luminosa para un ángulo de elevación de 80, en un plano paralelo al eje de la vialidad

(cd).

180/188: Razón entre las intensidades luminosas para 80 y 88 (razón de retroceso). Superficie aparente del área del luminario, visto bajo un ángulo de 76 ( en m<sup>2</sup> ). 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 ≤ sli ≤ 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.

"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

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 de 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

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 de 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.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

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

valores siguientes.

Tipo	Relación de distancia trasversal a altura montaje	Curvas	
		I II	III IV
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

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.

### *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 más/menos 5% de tensión de líneas se tiene: +/- 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.

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

c).- Autotransformador autorregulado.- (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 más/menos 10% de tensión de línea se tiene más/menos 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 más/menos 13% de tensión de línea se tiene más/menos 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 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 trapecioide.

Los circuitos utilizados en los balastos 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 balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión, independientemente del circuito que utilicen, deben de cumplir con un factor de balastro mínimo de 92.50% además de mantener las curvas características del balastro dentro del trapecioide 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-contactador

---

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

---

En los dos primeros casos, se debe asegurar que la capacidad de las lámparas no exceda 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.

#### *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, cuadrada, recta o de concreto.

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

- Resistir los esfuerzos debido al viento ya 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.

### **3. Rendimiento fotométrico de las luminarias para caminos, áreas abiertas y poste elevado.**

#### **3.1 Consideraciones para el diseño de alumbrado público**

##### 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.

## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

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 <sup>2</sup> )	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	COMERCIAL	10	14	13	
	INTERMEDIA	8	12	10	3 a 1
	RESIDENCIAL	6	9	8	
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	8	12	10	
	INTERMEDIA	6	9	8	4 a 1
	RESIDENCIAL	4	6	5	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	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.

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

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 ciclistas, 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 (E <sub>pro</sub> ) EN LUX.		
	AREA COMERCIAL	AREA INTERMEDIA	AREA RESIDENCIAL
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	6	6	6
VÍAS DE ACCESO CONTROLADO	10	8	6
VÍAS PRINCIPALES	12	9	6
VÍAS 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 MINIMO PROMEDIO (E <sub>pro</sub> )	NIVEL VERTICAL PROMEDIO PARA SEGURIDAD PEATONAL (E <sub>pro</sub> )**
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
TUNÉLES 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 mas 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 la 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

**ARTICULO 906. SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA ÁREAS 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 de los niveles.

-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.



**"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"****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	
	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)*	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	RELACION DE UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)
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.

**Áreas residenciales y peatonales.**

El objetivo del sistema de iluminación en áreas residenciales 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 esta 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 pase públicos y áreas peatonales deberán considerarse los siguientes factores:

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

**Reconocimiento facial**

Es importante para los peatones poderse reconocer entre sí cuando se encuentran y poder distinguir l rasgos faciales, desde una distancia ala 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 \ 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.

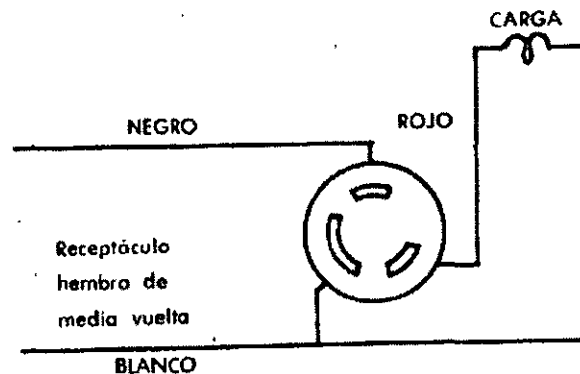
Iluminancia	Observaciones
0,2 lux	Mínimo para seguridad de movimientos; detección de obstáculos.
5 lux	Media para "seguro" reconocimiento facial.
20 lux	Alumbrado atractivo.

**Control del deslumbramiento**

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

**Tabla 906.2**

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

**CONTEESA ELECTRONICA, S. A. DE C. V.****DIAGRAMA BASICO****3.2 Fotocontroles y fotoceldas.****Instrucciones de montaje.**

Todos los fotocontroles marca CONTEESA, cuentan con:

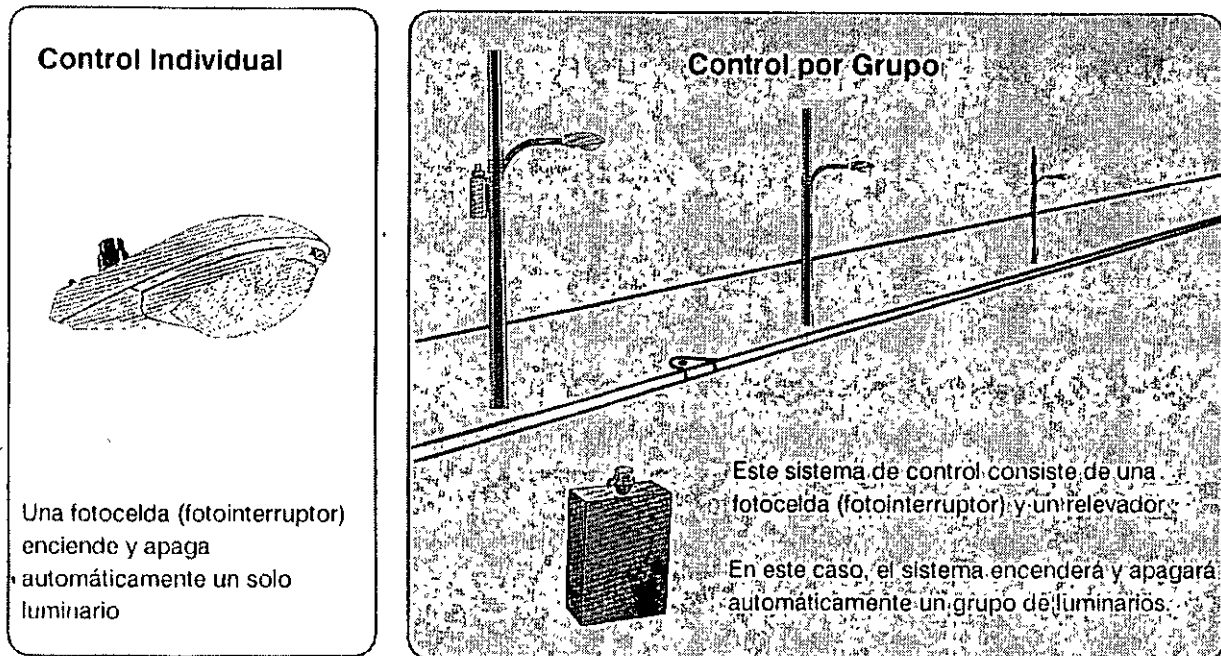
Retardo de tiempo, por esta razón el fotocontrol operara inmediatamente que es energizado. Después de un corte de intervalo de tiempo, la carga luminica operara el control abriendo los contactos todo el tiempo durante las horas de luz de día para reenergizar el control; para pruebas con luz de día, cubrase la celda, debido al retardo de tiempo del fotocontrol en la respuesta, esta quedara energizada en m tiempo mínimo de un minuto.

Si el fotocontrol no opera dentro de este intervalo, deberá verificar lo siguiente:

- 1.- que el circuito este energizado.
- 2.- que el fotocontrol este adecuadamente conectado (ver- , diagrama básico).
- 3.- que la línea tenga su voltaje nominal.
- 4.- si el fotocontrol cicla durante la noche, este puede estar afectado por fuentes luminosas artificiales o anormales; en este caso, la localización del fotocontrol deberá ser cambiada.

## SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCION PARA ALUMBRADO PUBLICO

Existen fundamentalmente 2 sistemas:



### 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 aún cuando su costo sea mayor.

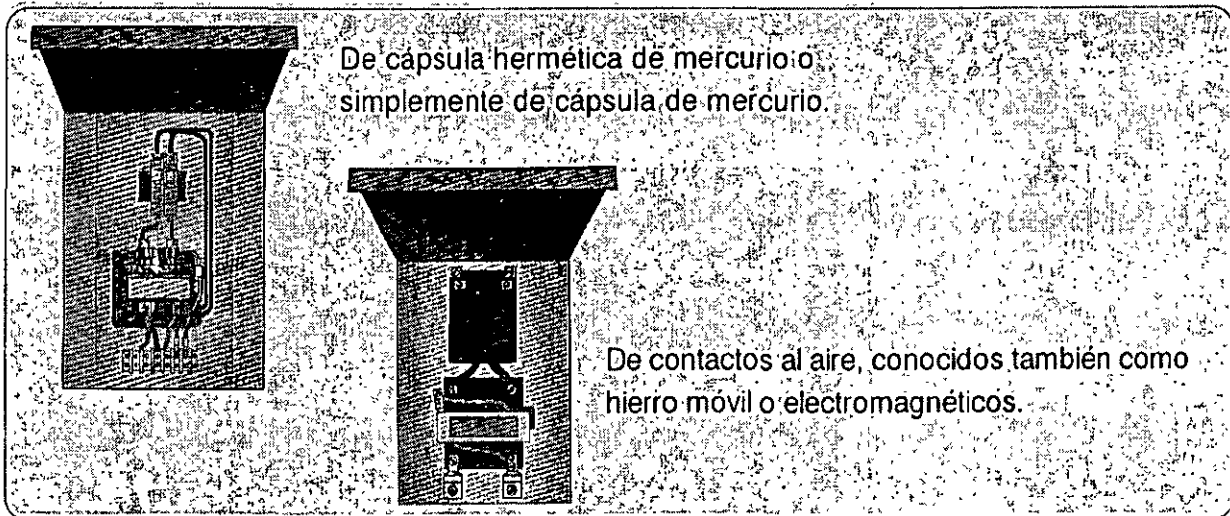
(1) Existen adicionalmente las operadas magnéticamente

Cortesía de fideicomiso de apoyo al programa de ahorro de energía del sector eléctrico

## "MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

**B. COMBINACION DE INTERRUPTOR-CONTACTOR DE ALUMBRADO PUBLICO**

Existen 2 tipos de interruptor-contactor:



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

CARACTERISTICAS							
	Vida útil	Ruido	Soporte 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 ALAIRE 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 cápsula se enfríe.

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

CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR-CONTACTOR (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-contactor sea el tipo Nema 3R o Nema 4R (a prueba de lluvia).

# Guía para Diseño con proyectores 117

## 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

**10**

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

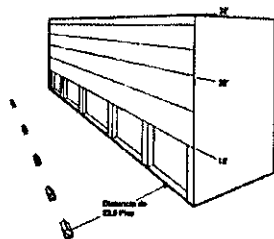
Para iluminar fachadas de edificios con proyectores montados en piso se deben considerar tres factores: separación, espaciamento y dirección.

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.

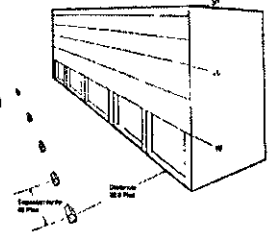
$3/4 (30 \text{ Pies.}) = 22.5 \text{ Pies.}$



#### 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 22.5 pies, los proyectores no deberán tener una distancia entre ellos superior a los 45 pies.

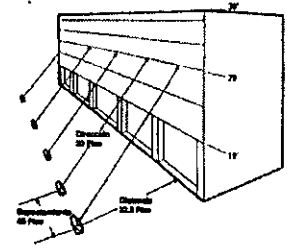
$22.5 \text{ pies.} \times 2 = 45 \text{ pies entre proyectores}$



#### 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.

$2/3 (30 \text{ pies}) = 20 \text{ pies de altura}$



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

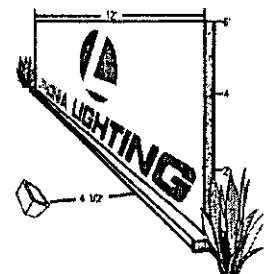
### ILUMINACIÓN DE LETREROS

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.

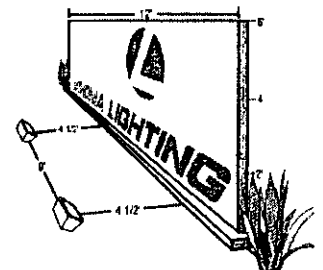
$2/3 (6 \text{ pies.}) = 4.5 \text{ pies.}$



#### 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.

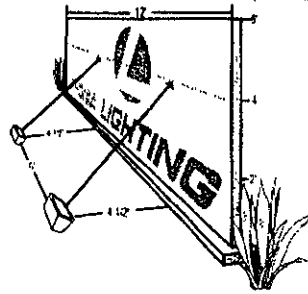
$4.5 \text{ pies} \times 2 = 9 \text{ pies entre proyectores}$



**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 indeseada.

$2/3 (6 \text{ pies}) = 4 \text{ pies de altura}$



118

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

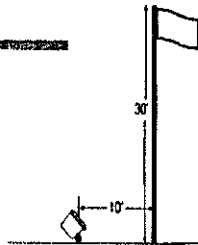
**ILUMINACIÓN DE BANDERAS**

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

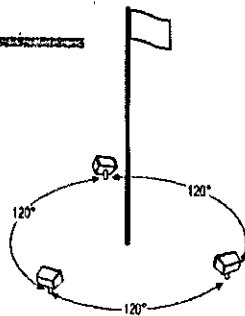
$1/3 (30 \text{ pies}) = 10 \text{ pies}$



**Espaciamiento**

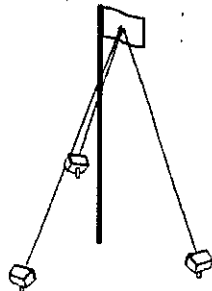
Lo ideal, es utilizar tres proyectores para iluminar una bandera, éstos deberán ubicarse aproximadamente a 120° uno de otro.

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 indeseada



**Proyectores Montados en Postes**

**Iluminación de Áreas Abiertas**

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

**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.

$1/2 (40 \text{ pies}) = 20 \text{ pies}$



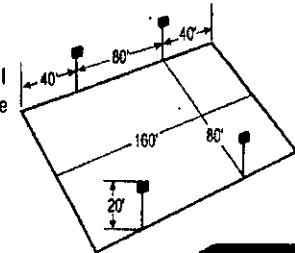
**Factores a considerar para iluminar Áreas Abiertas:**

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

**Espaciamiento**

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.

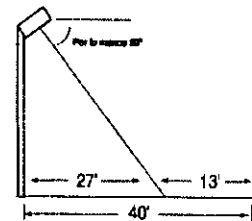
$4 (20 \text{ pies de altura}) = 80 \text{ pies entre postes}$



**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.

$2/3 (40 \text{ pies}) = 27 \text{ pies de altura}$

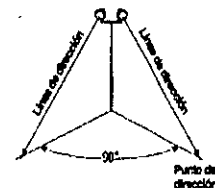


Si se pretende reducir el deslumbramiento, la dirección recomendada no deberá exceder el doble de la altura de montaje. Por ejemplo, si el poste tiene 20 pies de altura, la dirección vertical no deberá exceder los 40 pies.

$2 (20 \text{ pies de altura de montaje}) = 40 \text{ pies}$

**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°.



11

*"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"*

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 flags. 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

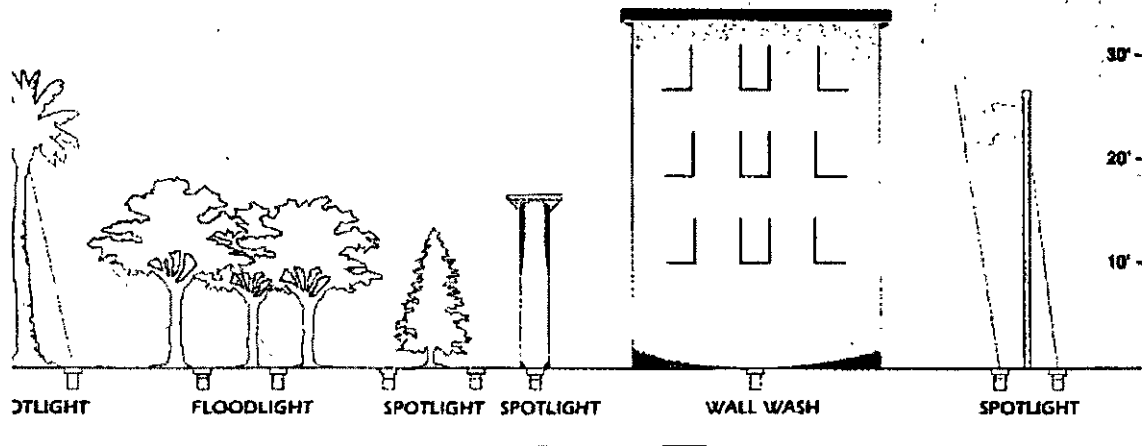
INCANDESCENT REFLECTORIZED LAMPS - SPOT...PDS-005

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



-Para la aplicación e interpretación de las tarifas para la venta de energía eléctrica se considera que:

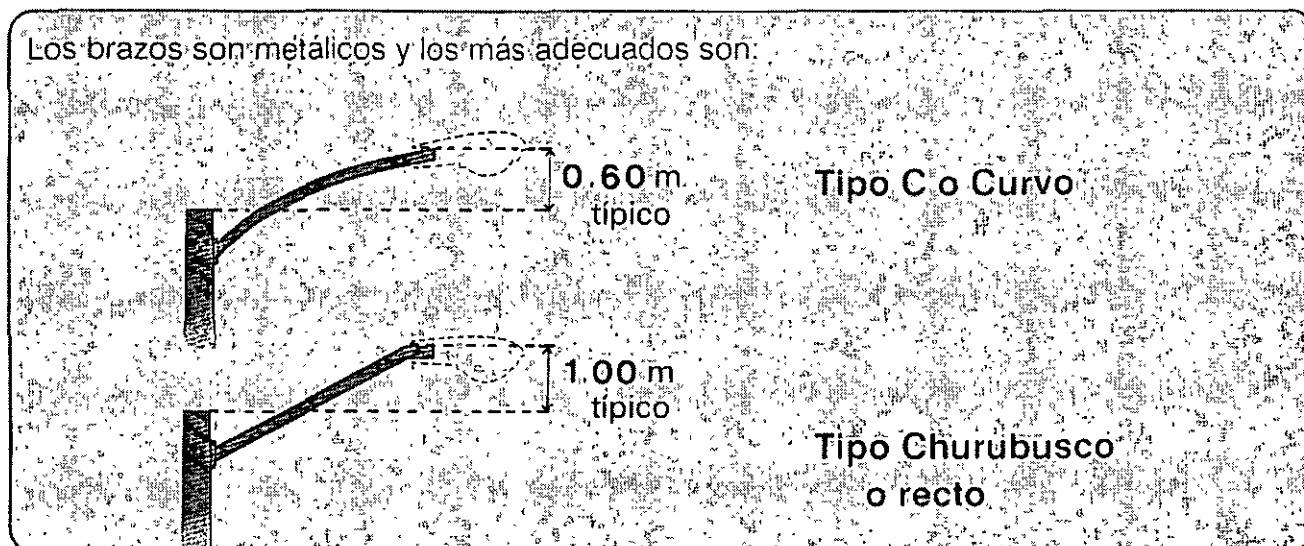
- a) Baja tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1.0 (uno punto cero) kilovolts.
- b) Media tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1.0 (uno punto cero) kilovolts, pero menores o iguales a 35 (treinta y cinco) kilovolts.
- c) Alta tensión a nivel subtransmisión es el servicio que se suministra en niveles de tensión 1" mayores a 35 (treinta y cinco) kilovolts, pero menores a 220 (doscientos veinte) kilovolts. : ,
- d) Alta tensión a nivel transmisión es el servicio que se suministra en niveles de tensión iguales o mayores a 220 (doscientos veinte ) kilovolts.



## 4. Diseño y selección de postes.

**POSTES Y BRAZOS (MENSULAS) PARA ALUMBRADO****BRAZOS O MENSULAS**

Los brazos son metálicos y los más adecuados son:



Las longitudes típicas son de:

**1.20m**

**1.80m**

**2.40m**

Instale siempre el luminario a la mayor altura posible. Utilice el brazo que permita tener mayor altura al luminario.

La longitud del brazo debe ser seleccionada de acuerdo al ancho de la calle como se sugiere a continuación:

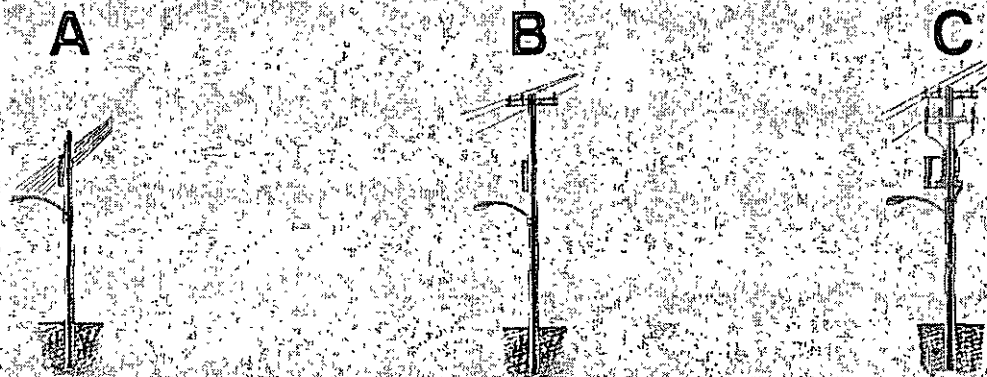
ANCHO DE CALLE	LONGITUD DE BRAZO
4.00 a 8.00	1.20 m
8.00 a 10.00	1.80 m
10.00 o más	2.40 m

## POSTES Y BRAZOS (MENSULAS) PARA ALUMBRADO

### POSTES

Para este tipo de alumbrado, normalmente los luminarios se instalan en postes de distribución de Comisión Federal de Electricidad, estos pueden ser de concreto, madera o metálicos, y de diferentes alturas dependiendo del uso al que estén destinados.

Las alternativas que se presentan comúnmente son:



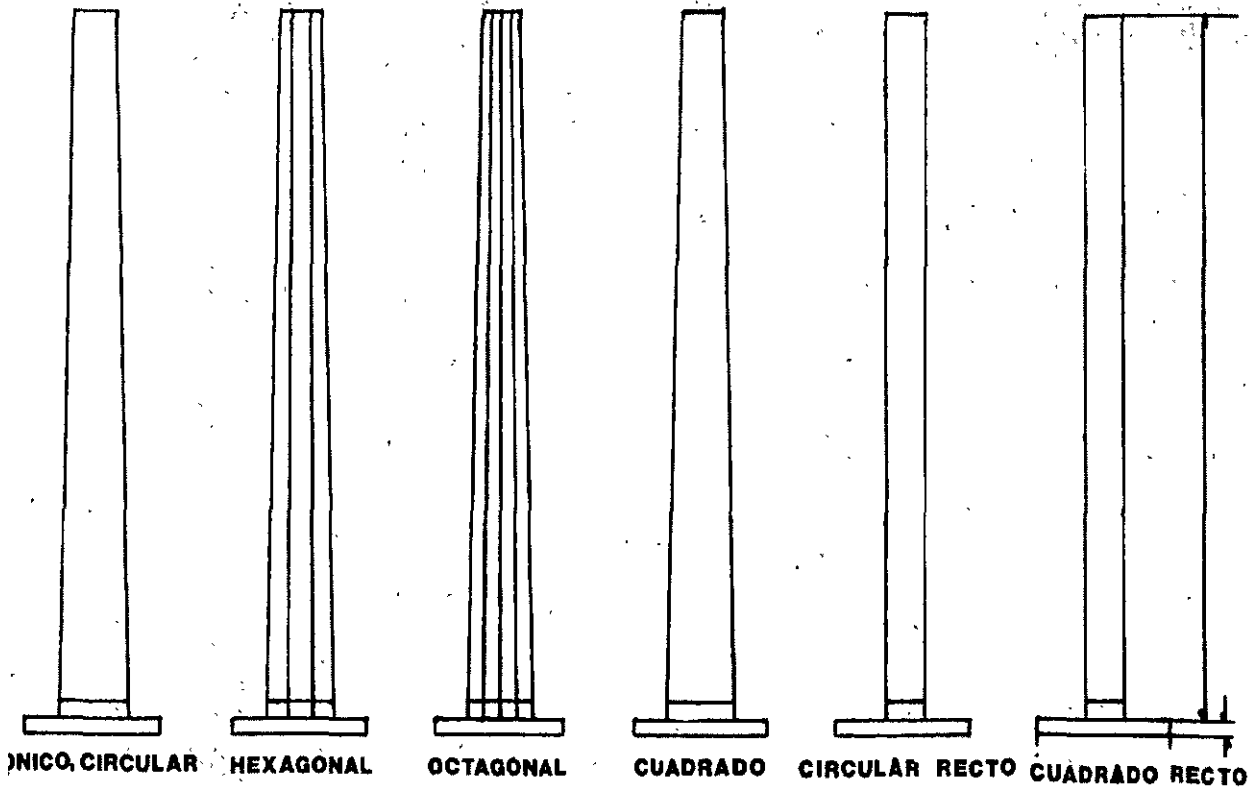
**A.** Poste utilizado para línea de distribución en baja tensión.

**B.** Poste usado para línea de alta tensión, y línea de distribución en baja tensión.

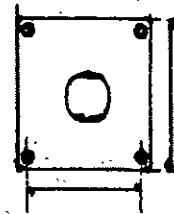
**C.** Poste para línea de alta tensión, línea de distribución en baja tensión y transformador (subestación).

En los tres casos deberá de colocarse el luminario en un brazo a la altura máxima permisible, observando una distancia mínima de seguridad de 20 cm entre el conductor más bajo y la parte superior del luminario.

**POSTES METALICOS PARA ALUMBRADO PUBLICO:**



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



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

(DATOS EN MILIMETROS)

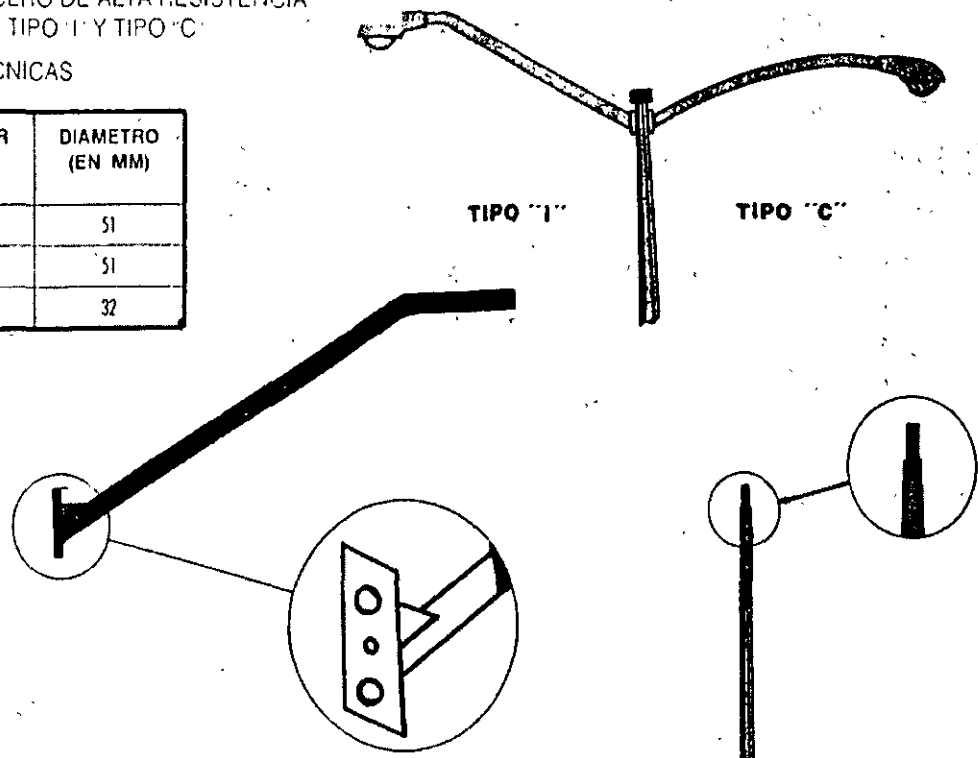
ALTURA DE LA CAJA	ALTURA DE MONTAJE	DIAMETRO O LADO DE BASE	DIAMETRO O LADO DE CORONA	LADO DE PLACA BASE	ESPESOR DE PLACA BASE	DISTANCIA ENTRE PERFORACIONES
4000	4000	114	89	279	13	190
4500	4500	114	89	279	13	190
5000	5000	152	89	279	13	190
5500	5500	152	89	279	13	190
6000	6000	152	89	279	13	190
6500	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

"MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LUMINARIAS"

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

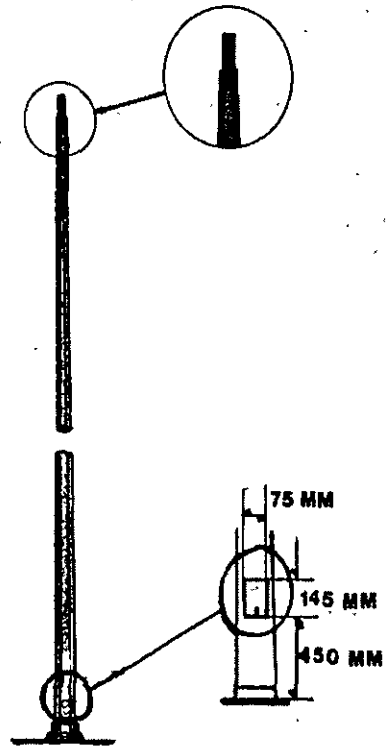
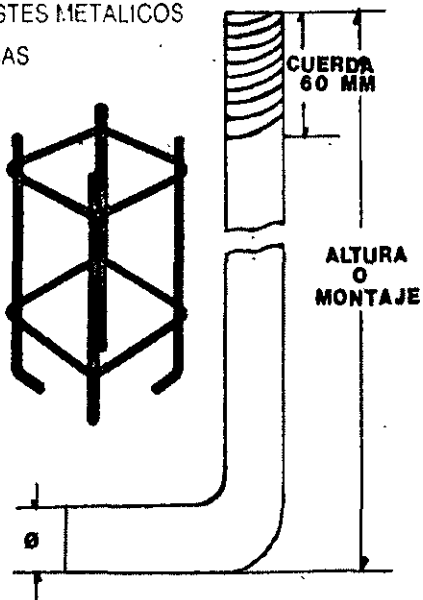
ESPECIFICACIONES TECNICAS

ALCANCE DEL BRAZO EN MM.	KGS. POR UNIDAD	DIAMETRO (EN MM)
1800	11 9000	51
2400	15.500	51
1060	5 000	32



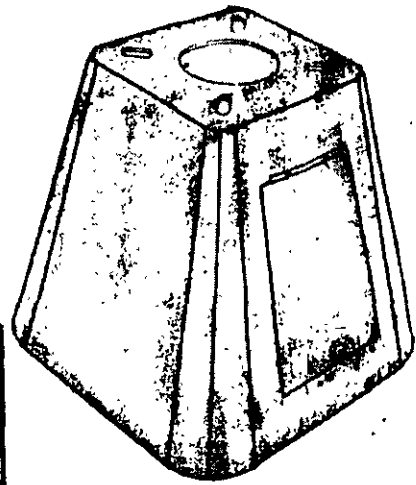
ANCLAS PARA SUJETAR POSTES METALICOS ESPECIFICACIONES TECNICAS

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 TECNICAS

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



## 5. Medidas para reducir la contaminación lumínica en el alumbrado público.

### El problema

Hasta ahora, en los proyectos de urbanización no se ha tenido en cuenta que el alumbrado público incorpore las medidas necesarias para reducir la contaminación lumínica. Tampoco se ha tenido en cuenta en el momento de adquirir un nuevo sistema de alumbrado para substituir el antiguo.

El exceso de iluminación pública no mejora la seguridad vial y ciudadana porque deslumbra y crea zonas de sombra no deseadas, molesta a la vecindad a causa de la intrusión lumínica en los hogares y malgasta energía.

### La propuesta

Realizar un estudio de las necesidades municipales con respecto al alumbrado público de manera que se aproveche mejor la luz y se minimice la contaminación lumínica a la vez que se cubran las necesidades y la seguridad ciudadanas.

Para conseguirlo es necesario:

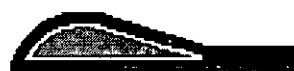
- Tener en cuenta el impacto del alumbrado en todo nuevo proyecto de urbanización en el momento de substituir el actual.
- Incluir criterios ambientales en los pliegos de cláusulas administrativas de obras y cambios de alumbrado.
- Utilizar las ordenanzas municipales como instrumento para promover y potenciar la reducción de la contaminación lumínica.

### La práctica

- Utilizar el tipo de alumbrado más adecuado según su uso: vial, viario, zonas de peatones, ornamental.
- Utilizar sistemas de encendido como células fotoeléctricas de gran calidad o relojes astronómicos para asegurar que el alumbrado no permanece encendido durante las horas de luz natural.
- Las lámparas de vapor de sodio consumen casi la mitad que las de vapor de mercurio y lumínicamente contaminan menos.
- Disponer que los cierres de las luminarias sean planos y el material utilizado tenga gran calidad de transmisión y resista los efectos de la intemperie y el paso del tiempo.



~~X~~ curvado



✓ plano

No utilizar luminarias tipo globo sin reflector en la parte superior ya que proyectan una gran emisión de luz por encima de la horizontal.

Para el alumbrado ornamental, es necesario utilizar luminarias asimétricas de alto rendimiento. Iluminan mejor con menos luz.

Es necesario evitar la emisión de luz por encima de la horizontal, sobre todo en el alumbrado de viales y calles.

El alumbrado de túneles y pasos inferiores debe considerarse una excepción a estas medidas.

En definitiva: no se trata de iluminar más sino mejor, de la forma más eficiente y sólo allí donde es realmente necesario, es decir, el suelo.

### **El precio**

Es necesario tener en cuenta que el coste de la energía que consume una instalación de alumbrado público a lo largo de su vida útil suele ser el doble del coste de su instalación. Por lo tanto, las inversiones realizadas para mejorar la eficiencia energética y disminuir la contaminación lumínica serán siempre compensadas con un importante ahorro económico y energético.

## **5.1 Consejos generales**

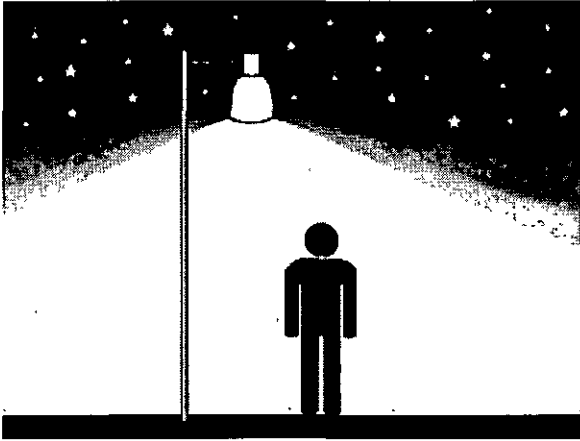
Vamos a sugerir algunos consejos para la elección de los equipos y la instalación:

- Las Luminarias tipo "globo" consumen más de energía eléctrica para dar la misma iluminación que otro tipo de luminarias más eficientes, como las que incluyen reflectores internos. Por lo tanto, no son aconsejables ni desde el punto de vista de ahorro energético, ni de la Contaminación Lumínica.
- La elección del tipo de lámpara es fundamental para lograr una buena eficiencia lumínica: en general, todas las lámparas modernas consumen menos energía para una misma intensidad de iluminación. Por ejemplo, las **Lámparas de vapor de sodio** consumen mucho menos que las **Lámparas de vapor de mercurio**, con rendimientos similares. Por lo tanto, las de Vapor de Sodio, a pesar de ser más caras, se amortizan posteriormente.
- Hoy en día, existen soluciones técnicas de alto nivel para los sistemas de control y encendido del Alumbrado Público, alejadas de las simples células fotoeléctricas. Se trata de equipos que pueden combinar sistemas de programación y control, que pueden reducir tanto las incidencias como las tareas de mantenimiento, mantenimiento el sistema de iluminación activo tan solo cuando sea necesario, con un mayor control del consumo y ahorro en el consumo de energía.

## 5.2 Ejemplos de iluminación

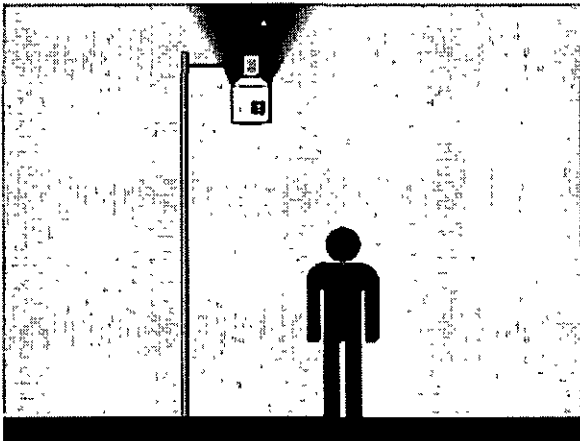
La solución principal al problema de la contaminación lumínica es muy fácil: Mandar la luz hacia el suelo (que es donde se necesita) y no hacia el cielo.

### Lo Bueno



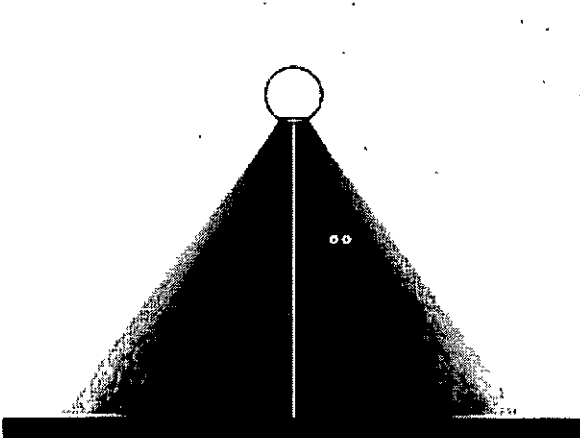
- Más eficiente por su menor costo.
- Manda la luz para abajo y a los lados, que es donde se necesita.
- Disminuye el encandilamiento; proporciona una iluminación más pareja.
- Disminuye la "invasión de luz" en propiedades vecinas.
- Ayuda a preservar los cielos oscuros.

### Lo Malo



- Derroche de energía hacia el cielo y \$\$\$
- Produce encandilamiento, invasión de luz, e iluminación débil.
- Problemas para dormir

### Lo Feo



- Ilumina poco, excepto los pechos de los pájaros!
- Inseguridad ciudadana: produce "pozos" de luz y sombra --> esconde a malhechores
- Seguridad vial: Focos dirigidos hacia calles --> accidentes automovilísticos
- Placer estético: Focos de luz que encandilan --> No crean un lugar agradable a la vista y el espíritu

**BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- SIMPOSIUM DESARROLLO TECNICO EN LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO. DDF 1989.
- 2.- EL GRAN LIBRO DE LA CASA SANA. BUENO MARIANO. NUEVA ERA 1992.
- 3.- PROGRAMA DE CALCULO "VISUAL" LITHONIA LIGHTING.
- 4.- ADMINISTRACION DE LA ENERGIA ELECTRICA. GUTIERREZ MOYADO JUSTO. APUNTES 2000.
- 5.- ESTRATEGIAS PARA LA CREATIVIDAD. DAVIS, G.A. Y SCOTT, S.A., EDS. PAIDOS 1980.
- 6.- NORMAS DE EFICIENCIA ENERGETICA, SENER, CONAE.
- 7.- NORMA OFICIAL MEXICANA 001 SENER 2005.
- 8.- MANUAL DE LUMINOTECNIA. OSRAM. RAMON SAN MARTIN PARAMO.