



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



# CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES

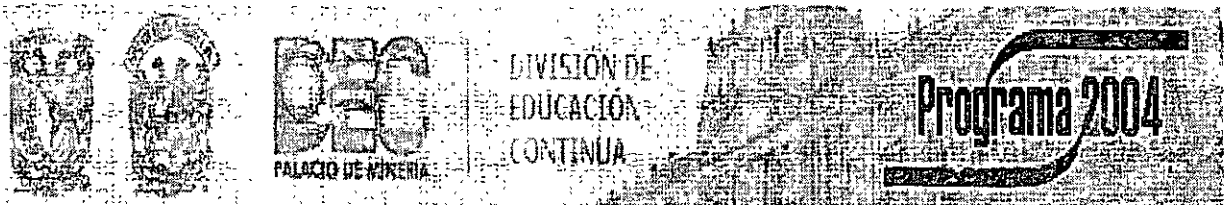
TEMA:

**"PRINCIPIOS BÁSICOS DE ILUMINACIÓN"  
PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO, FACHADAS DE EDIFICIOS Y  
MONUMENTOS, ÁREAS DE CONSTRUCCIONES, ÁREAS  
INDUSTRIALES ILUMINACIÓN PARA VIGILANCIA**

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004

**PALACIO DE MINERÍA**



**ILUMBRADO PÚBLICO**

**Objetivos**

Los propósitos principales de una iluminación permanente en las vías públicas tanto para vehículos como para peatones es crear un ambiente durante la noche, conducente a lograr una visión rápida, precisa y cómoda a los usuarios de estas instalaciones

Asimismo, se pretende proporcionar un aspecto atractivo a las vías urbanas durante la noche, facilitar la conservación de la ley y el orden, reduciendo los accidentes nocturnos, facilitar el flujo del tráfico y el florecimiento del espíritu de la comunidad, así como su propio crecimiento y el incremento en los negocios de zonas comerciales, que en algunos casos son los que determinan las características mínimas que deben alcanzarse.

**CLASIFICACION DE CURVAS DE DISTRIBUCION DE LUMINARIOS DE ILUMBRADO PÚBLICO**

**DISTRIBUCIÓN CORTA**

Se clasifica la curva de distribución de un luminario como CORTA, cuando la máxima potencia en candelas cae entre 1.00 y 2.25 veces la altura de montaje en el sentido longitudinal.

**DISTRIBUCIÓN MEDIA.**

Se clasifica la curva de distribución de un luminario como MEDIA, cuando la máxima potencia en candelas cae entre 2.25 y 3.75 veces la altura de montaje en el sentido longitudinal

**DISTRIBUCIÓN LARGA.**

Se clasifica la curva de distribución de un luminario como LARGA, cuando la máxima potencia en candelas cae entre 3.75 y 6.00 veces la altura de montaje en el sentido longitudinal.

**CUTOFF.**

Se designa como CUTOFF, a la distribución de luz de un luminario cuando la potencia en candelas por cada 1000 lúmenes emitidos por la lámpara no excede numéricamente 25% del total en ángulo de 90° sobre el nadir (horizontal) y 10% en al ángulo vertical de 80° sobre el nadir. Esto se aplica a cualquier ángulo lateral alrededor del luminario.

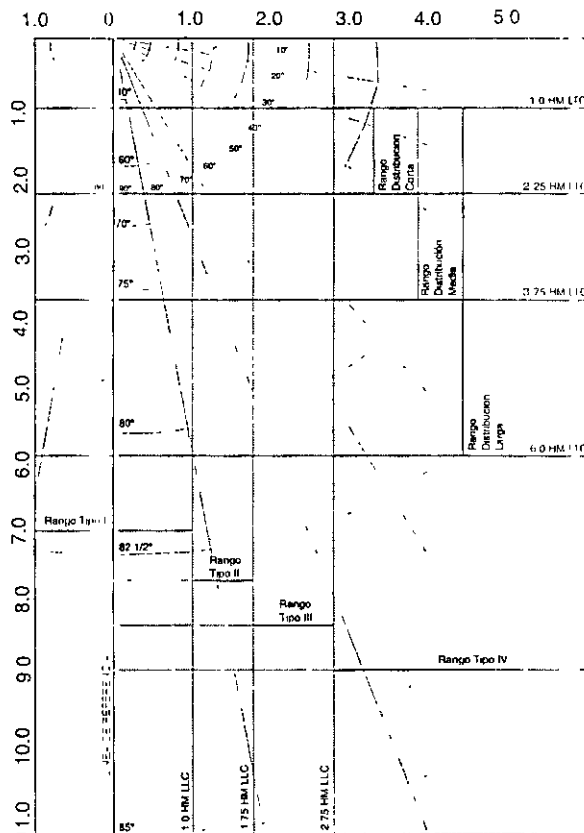
**SEMICUTOFF.**

Se designa como SEMICUTOFF, a la distribución de luz de un luminario cuando la potencia en candelas por cada 1000 lúmenes emitidos por la lámpara no excede numéricamente 5% del total en un ángulo de 90° sobre el nadir (horizontal) y un 20% en un ángulo vertical de 80° sobre el nadir. Esto se aplica a cualquier ángulo lateral alrededor del luminario.

**NONCUTOFF.**

En esta categoría no hay limitación de la potencia en candelas en ningún ángulo

$$\text{Relación} = \frac{\text{Distancia Transversal}}{\text{Altura de montaje}}$$

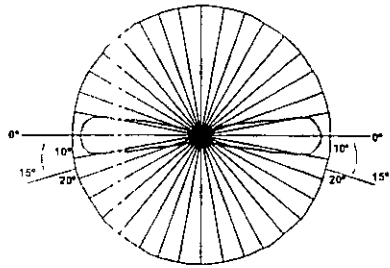


Relación =  $\frac{\text{Distancia Longitudinal}}{\text{Altura de montaje}}$

HM = Altura de montaje.  
LTC = Líneas transversales de la calle  
LLC = Líneas longitudinales de la calle

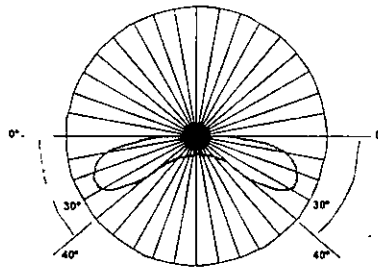


CLASIFICACION TIPO NEMA DE LUMINARIOS DE ALUMBRADO PUBLICO



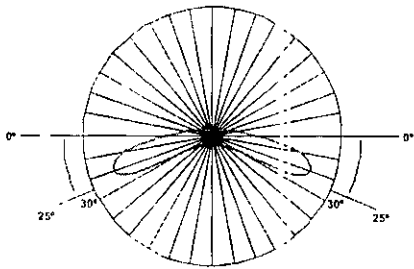
Tipo I

Ancho recomendado 15°  
rango aceptable de 10°  
a menos de 20°



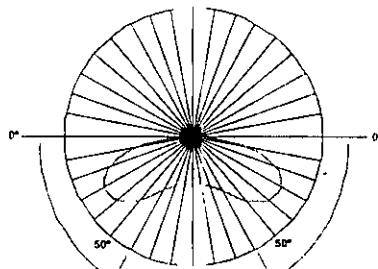
Tipo II

Ancho recomendado 40°  
rango aceptable de 30°  
a menos de 50°



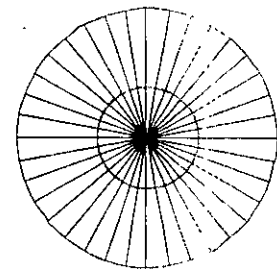
Tipo III

Ancho recomendado 25°  
rango aceptable de 20°  
a menos de 30°



Tipo IV

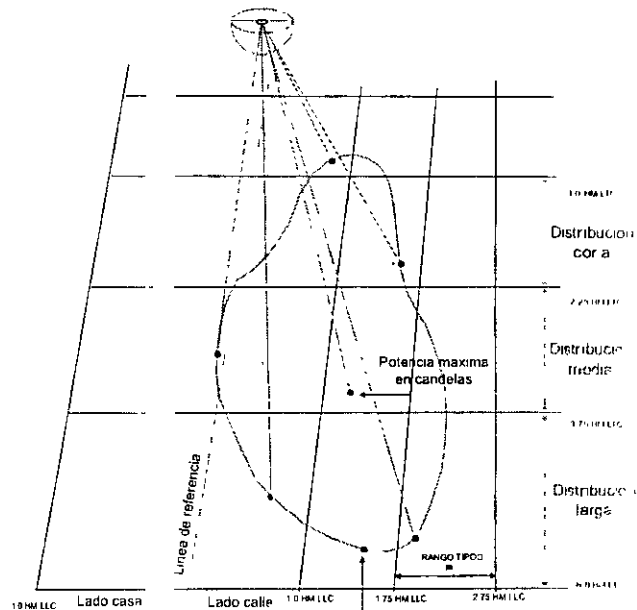
Ancho recomendado 65°  
rango aceptable de 10°  
a menos de 20°



Tipo V

DIAGRAMA MOSTRANDO LA POTENCIA MAXIMA Y LA CURVA ISOCANDELA DE LA MITAD DE LA POTENCIA MAXIMA PARA LA DETERMINACION DEL TIPO NEMA

En donde  
HM = Altura de montaje  
LTC = Línea transversal de la calle  
LLC = Línea longitudinal de la calle

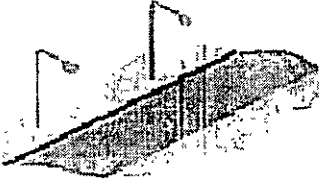
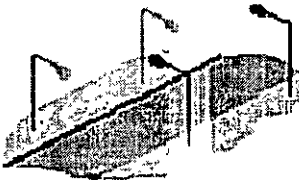



curva isocandela de la  
1/2 de la potencia máxima  
trazada en la calle

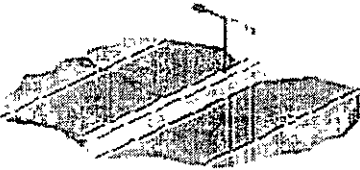
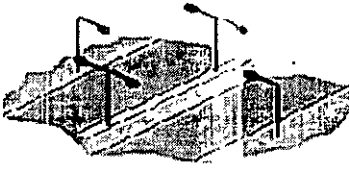
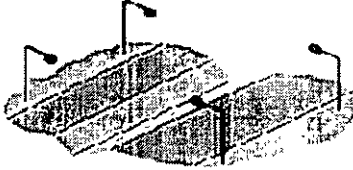


GUÍA PARA EL USUARIO DE LUMINARIOS EN EL ALUMBRADO PÚBLICO Y SU LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS MISMOS DE ACUERDO AL TIPO NEMA.

**MONTAJE A UN LADO DE LA VIA**

UNILATERAL	TRESBOLILLO	BILATERAL
Ancho de la vía menor a 1.0 veces la altura de montaje	Ancho de la vía es mayor 1 pero menor o igual a 1.5 veces la altura de montaje	Ancho de la vía es mayor a 1.5 veces la altura de montaje
 <p>Unilateral</p>  <p>Tresbolillo</p>	 <p>Pareada</p>	
Tipo NEMA II, III y IV	Tipo NEMA III y IV	Tipo NEMA II cuatro vías

**MONTAJE A UN LADO DE LA VÍA (CON CAMELLON AL CENTRO)**

CARRETERA SENCILLA	CARRETERA DOBLE	CRUCES DE VÍAS PÚBLICAS
Ancho de la vía menor a 1.0 veces la altura de montaje	Ancho de la vía es mayor a 1 pero menor o igual a 1.5 veces la altura de montaje	Ancho de la vía es mayor a 1.5 veces la altura de montaje
 <p>Central con doble brazo</p>  <p>Combinación brazos doble y tresbolillo</p>	 <p>Unilateral en calzadas diferenciadas</p>	
Tipo NEMA I	Tipo NEMA II y III	Tipo NEMA I cuatro vías y V

GRÁFICAS PARA ESTIMAR LOS FACTORES DE DEPRECIACIÓN POR SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS DE ALUMBRADO PÚBLICO PARA ACTIVIDADES CERRADAS Y CON EMPLEO QUE

**MUY LIMPIO**

Que no existan actividades generadoras de polvos o humos en la cercanía y un bajo nivel de contaminación ambiental, tráfico ligero generalmente limitado a áreas residenciales o rurales, el nivel de partículas ambientales no es mayor de 150 microgramos por m<sup>3</sup>.

**MODERADO**

Moderada actividad generadora de polvo y humos en la cercanía. El nivel de partículas no es mayor de 600 m<sup>2</sup>

**SUCIO**

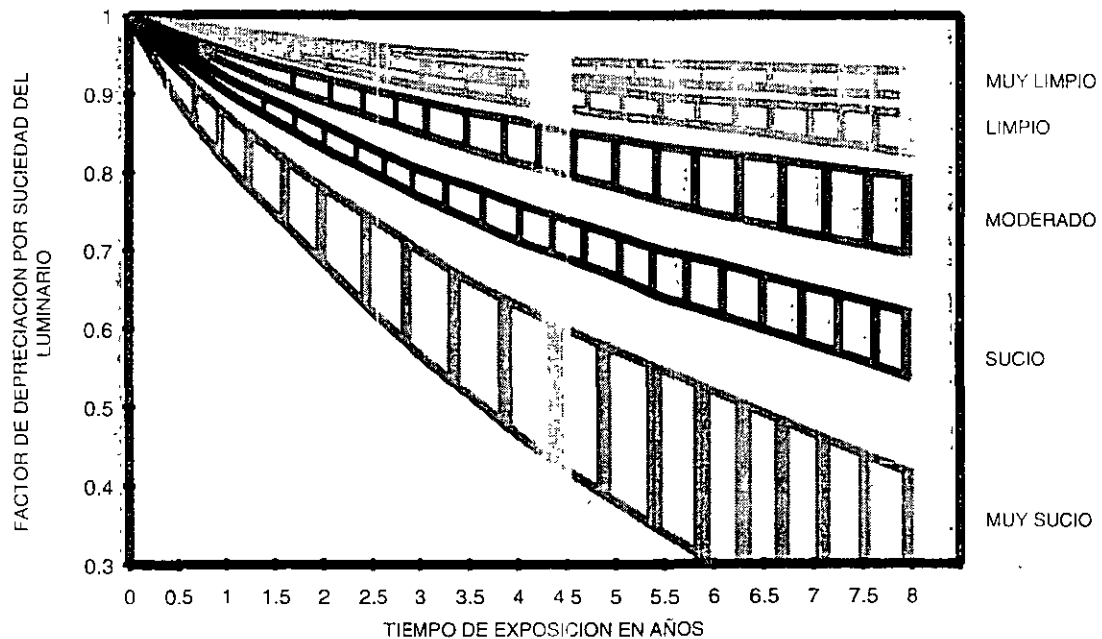
Humo y polvo generadoras en actividades en la cercanía pueden ocasionalmente envolver

**LIMPIO**

Que no existan actividades generadoras de polvo o humos en las cercanía, tráfico moderado o pesado, el nivel de partículas ambientales no es mayor de 300 microgramos por m<sup>3</sup>.

**MUY SUCIO**

Como el inciso anterior pero los luminarios están envueltos en humo.



NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMOS POR EL I.E.S. PARA SISTEMAS DE ALTO MONTAJE. N LUXES RECOMENDADOS DE ALTO MONTAJE.

	COMERCIAL	INTERMEDIA	RESIDENCIAL
	8	6	6
	10	8	6
	12	9	6
	8	6	6

MÉTODO GLOBAL DE CÁLCULO PARA SISTEMAS DE ALTO MONTAJE

AREA MAXIMA POR POSTE

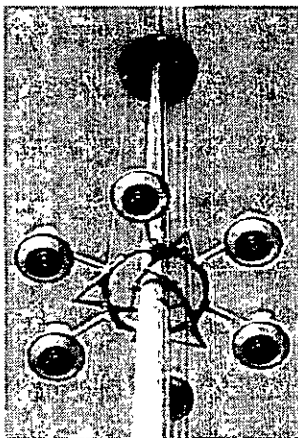
$$A_p = (H_m \times 5)^2$$

NUMERO DE POSTES

$$N_p = \frac{\text{area total}}{A_p}$$

NUMERO DE LUMINARIOS POR POSTE

$$N_p = \frac{E \times A_p}{I_m \times C.U. \times F.M.}$$



Ejemplo de aplicación.

Distribuidor vial en zona comercial de vías rápidas.

Altura de montaje = 30 metros.

Luminario

Lámpara: 1000 w. Aditivos Metálicos

Área : 300 x 400 = 120000 m<sup>2</sup>

Área máxima por poste:

$$A_p = (30 \times 5)^2$$

$$A_p = 22500 \text{ m}^2$$

Número de postes:

$$N_p = \frac{120000}{22500} = 5.3 = 5$$

Número de luminarios por poste:

$$N_{lum} = \frac{10 \times 22500}{110000 \times 0.62 \times 0.72} = 4.6 = 5$$

**CLASIFICACION DE AREA PARA ALUMBRADO PUBLICO**

**COMERCIAL**

Aquella porción de una municipalidad en un desarrollo de negocios o comercios donde normalmente se encontrara un gran numero de peatones durante las horas hábiles. Esta definición se aplica a áreas comerciales densamente pobladas fuera de o dentro de la parte central de una municipalidad. El uso del suelo de dicha área atrae un volumen relativamente grande de trafico tanto vehicular como peatonal con mucha frecuencia.

**INTERMEDIO**

Aquella porción de una municipalidad con frecuencia caracterizada por una actividad moderada grande del tipo peatonal como en manzanas ocupadas por bibliotecas, centros recreativos comunales, grandes edificios de departamentos o centros comerciales suburbanos.

**RESIDENCIAL**

Un desarrollo residencial, o una mezcla de establecimientos comerciales y residenciales, caracterizados por trafico nocturno peatonal escaso. Esta definición incluye áreas con causas unifamiliares y/o pequeños edificios de departamentos.

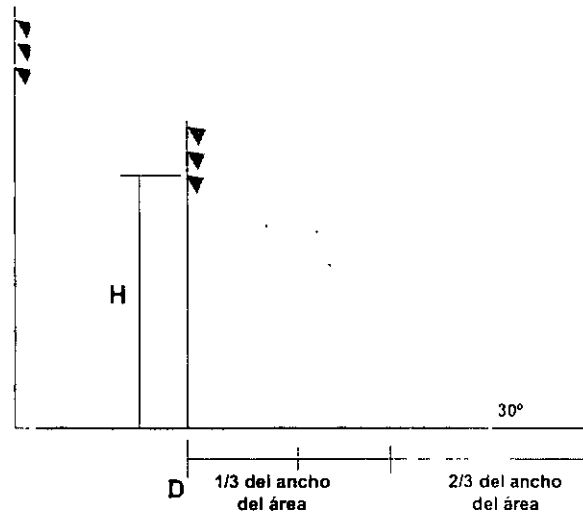
**RURAL**

Terrenos abiertos con muy escaso o nulo desarrollo comercial o residencial.

**CLASIFICACION NEMA PARA PROYECTORES**

Curva NEMA	Abertura en grados
1	10 - 18
2	18 - 29
3	29 - 46
4	46 - 70
5	70 - 100
6	100 - 130
7	130 o mas

**DETERMINACION DE ALTURA NOMINAL DE MONTAJE DE PROYECTOR**



Donde:

$$H = (H + 1/3 \text{ del ancho del área}) (\text{tg } 30^\circ)$$

$$E (\text{luxes}) = \frac{(\text{lm del haz}) (\text{No. proyectores}) (\text{C.U.}) (\text{C.M.})}{\text{área}}$$

$$\text{No de proyectores} = \frac{E (\text{luxes}) \times \text{área}}{\text{Beam lumens} \times \text{C.U.} \times \text{C.M.}}$$

Donde:

E = Nivel luminoso recomendados en luxes

Beam Lumens = Lumenes del haz.

C.U = Coeficiente de utilización.

C.M = Coeficiente de mantenimiento.

NIVELES MANTENIDOS RECOMENDADOS EN LUXES PARA ILUMINACIÓN DE LETREROS EN CARRETERAS

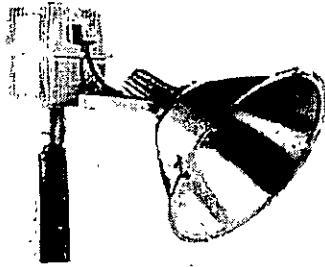
NIVELES DE ILUMINACIÓN DE ENTORNO	ILUMINACIÓN DEL LETRERO EN LUXES	LUMINANCIA DEL LETRERO EN cd/m <sup>2</sup>
BAJO	100 -200	22 -44
MEDIO	200 -400	44 -89
ALTO	400 -800	89 -178

TENDIMIENTO DE COLOR DE LETREROS DE COLORES TÍPICOS PARA VARIAS FUENTES DE LUZ

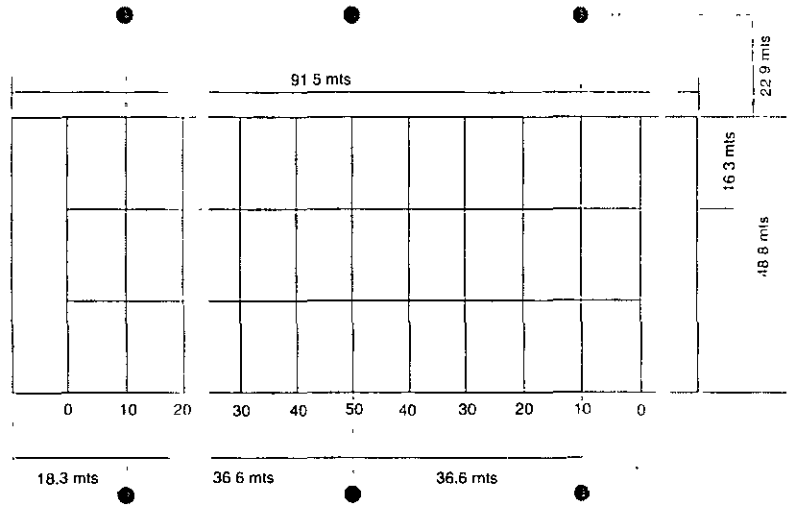
Color del letrero	Incandescente todos los tipos	Fluorescentes blanco frío	Mercurio			Aditivos Metálicos Claros	Alta Presión	Sodio	
			De lujo	Otros Fósforos	Claro			Alta presión color mejorado	Baja presión
AZUL	Regular	Excelente	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre
VERDE	Regular	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre
AMARILLO	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
NAZARANJO	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
ROJO	Excelente	Bueno	Bueno	Regular	Pobre	Bueno	Regular	Bueno	Pobre
CAFÉ	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre
NEGRO	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno
BLANCO	Excelente	Excelente	Regular	Regular	Regular	Excelente	Regular	Bueno	Pobre



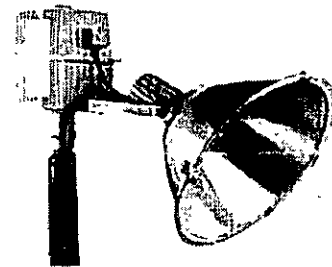
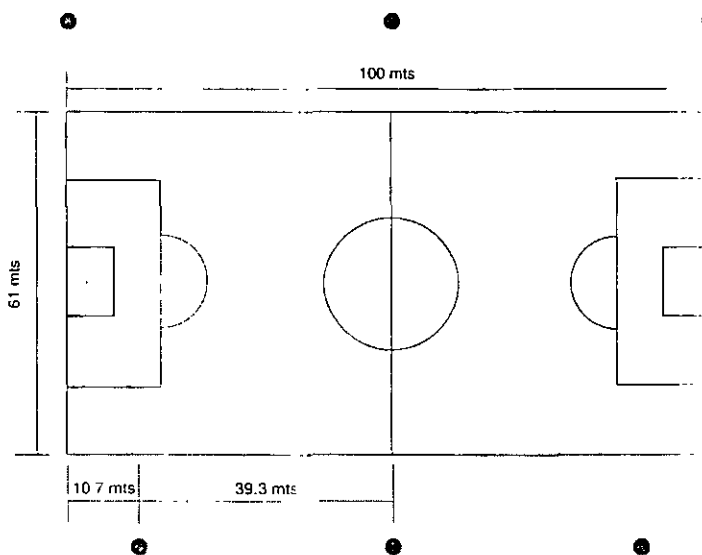
**CANCHA DE FÚTBOL AMERICANO  
300 LUXES**



Lámpara : 1000 w. Aditivos metálicos.  
 Altura de montaje : 25 metros.  
 Cantidad de postes : 6  
 Cantidad de luminarios por poste: 10  
 Total de luminarios : 60



**CANCHA DE FÚTBOL SOCCER  
300 LUXES**



Lámpara : 1000 w. Aditivos metálicos.  
 Altura de montaje : 19 metros.  
 Cantidad de postes : 6  
 Cantidad de luminarios por poste : 10  
 Total de luminarios : 60

OTRA UBICACION DE LUMINARIOS



# Iluminación de Exteriores

III - 2

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

**1**

Determine el nivel de iluminación

**3**

Seleccione el tipo de reflector

**2**

Seleccione el tipo de lámpara

**4**

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

**1**

**Determinación del nivel de iluminación**

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

## AREA POR ILUMINAR

## NIVEL DE ILUMINACION LUXES

### Aeropuertos

### PROMEDIO

### MINIMO

Acceso a los Hangares  
Áreas de mantenimiento

10  
5

5  
2.5

## VENTA DE AUTOMOVILES

## HILERA FRONTAL

## AREA RESTANTE

Zonas de mucha competencia  
Zonas sin competencia

500 - 1000  
200 - 100

250 - 500  
100 - 50

## AREA CIRCUNDANTE

### FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS

### ILUMINADA

### OBSCURA

Superficies claras  
" medianas  
" oscuras  
" muy oscuras

150  
200  
300  
500

50  
100  
150  
200

### AREAS DE CONSTRUCCIONES

General  
Excavación

100  
50

### AREAS INDUSTRIALES

Manejo de materiales  
Muelles de carga

50  
200

Almacenamiento - Activo  
" Inactivo

200  
10

### ILUMINACION PARA VIGILANCIA

Bardas  
Áreas Generales  
Entradas y Salidas

10  
50  
100

# 2

## Selección del tipo de lámpara a utilizar

### Tabla para Selección Rápida de Lámparas

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

\* Condiciones difíciles o costosas para cambio de lámparas y mantenimiento

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

# 3

## Selección del Reflector o Luminario

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

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

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

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

### Instalación y Condiciones de Operación

### Para lámparas de descarga gaseosa

### Para lámparas incandescentes

Áreas Industriales:

MVR-MVR-F

Áreas Deportivas y Recreativas

GAL (PROFILE) - MVF

QB

Instalaciones Provisionales

MVF

QB

Adaptable a la Arquitectura Actual

GAL (PROFILE)

Peso ligero

MVF

QB

Condiciones Atmosféricas — Severas o Corrosivas

MVR-MVR-F

QB

Uso rudo

MVR-MVR-F

QB

Distribución del haz luminoso bien delineado con mínimo deslumbramiento

GAL (PROFILE)

QB

# 4

## Determinación del número y localización de reflectores y postes

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

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

La siguiente expresión nos dice:

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

#### Lumens del Haz del Reflector:

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

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

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

#### Coeficiente de Utilización del Haz:

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

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

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

#### Factor de Mantenimiento Recomendable

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

# 4

## Determinación del número y localización de reflectores y postes

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

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

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

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

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

### Áreas Generales

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

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

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

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

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

### Superficies Verticales

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



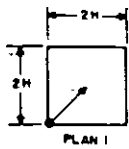


Fig. 4

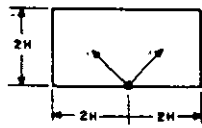


Fig. 5

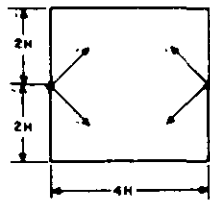


Fig. 6

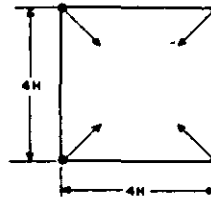


Fig. 7

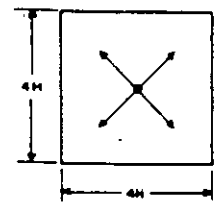


Fig. 8

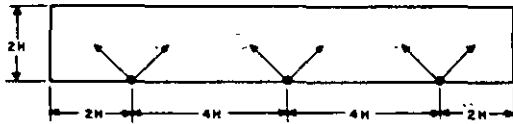


Fig. 9

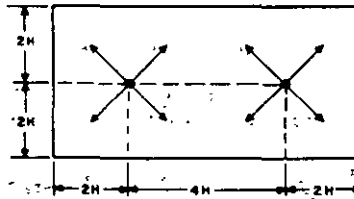


Fig. 10

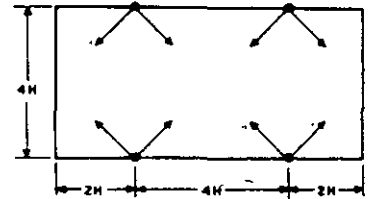


Fig. 11

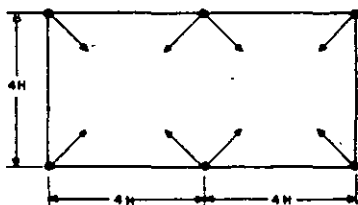


Fig. 12

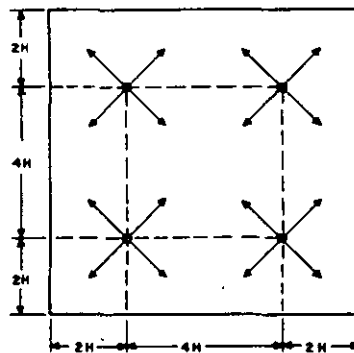


Fig. 13

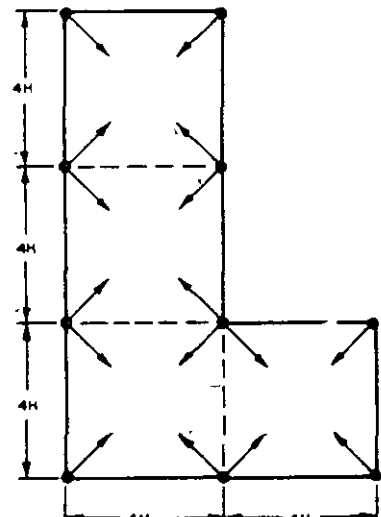


Fig. 14

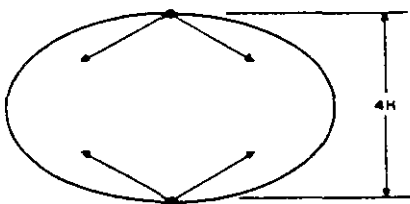


Fig. 15

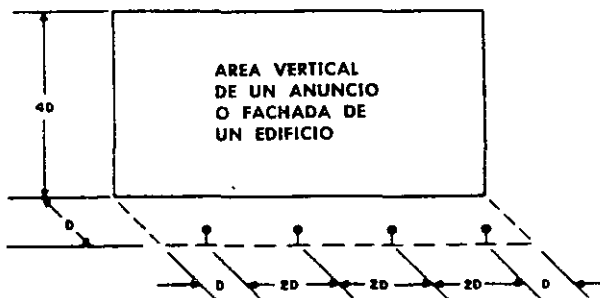


Fig. 16

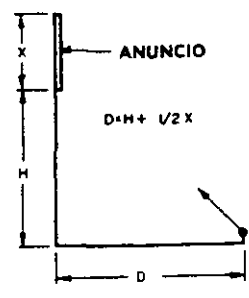
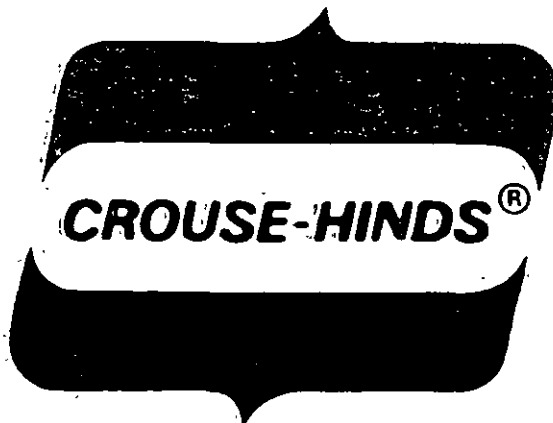


Fig. 17





**CROUSE HINDS DOMEX, S.A. DE C.V.**

*Av. Javier Rojo Gómez No. 1170  
C.P. 09850 México, D.F.*

*Tel. 628-19-00*

*Fax: 628-19-99*

*Fax. Ventas 628-19-19*

**MONTERREY**

**AV. RUIZ CORTINES No. 719 ORIENTE  
COL. ADOLFO PRIETO  
C.P. 67120 GUADALUPE, N.L.  
TEL. 77-80-19 FAX: 77-82-98**

**GUADALAJARA**

**FRANCISCO ROJAS GONZALEZ No. 15-A  
FRACC. LADRON DE GUEVARA  
SECTOR HIDALGO  
C.P. 44680 GUADALAJARA, JAL.  
TEL. 16-26-80 FAX-15-07-23**

**COATZACOALCOS**

**SEBASTIAN LERDO DE TEJADA No. 509-D  
ENTRE 16 DE SEP. Y ALLENDE  
COATZACOALCOS, VER.  
TELS: 302-87  
FAX: 300-26**

# Lineamientos para el Diseño de Reflectores

## Clasificaciones NEMA

### Para reflectores de uso general

La distribución de luz de un reflector se le conoce como "apertura del haz" y se clasifica por su "tipo NEMA". La apertura de haz NEMA señala los dos bordes en donde la intensidad de luz fotométrica se abre de forma horizontal y vertical al 10 por ciento de la máxima intensidad de apertura

Por ejemplo.  
 Apertura de haz asimétrica  
 138° (H) x 119° (V)  
 HORIZONTAL VERTICAL  
 = NEMA 7 x 6

Clasificación de Apertura de haz NEMA		
Grados de apertura de haz	Tipo NEMA	Descripción de haz
10° hasta 18°	1	muy cerrado
18° hasta 29°	2	cerrado
29° hasta 46°	3	medio cerrado
46° hasta 70°	4	medio
70° hasta 100°	5	medio abierto
100° hasta 130°	6	abierto
Más de 130°	7	muy abierto

Los siguientes consejos de diseño de exteriores proporcionan lineamientos generales para el diseño de iluminación. Estos lineamientos no se recomiendan para todas las aplicaciones

## REFLECTORES MONTADOS A PISO

Los reflectores montados a piso se utilizan para iluminar fachadas de edificios, espectaculares y asta banderas.

### Iluminación de fachadas

Cuando se iluminan fachadas de edificios con reflectores montados a piso, se deben considerar tres factores: distancia entre luminario y zona a iluminar, espaciamento y dirección.

Consideraciones para iluminar fachadas:

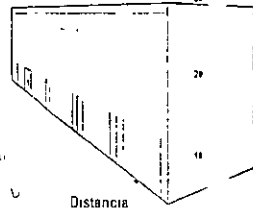
1. Distancia entre luminario y zona a iluminar
2. Espaciamento
3. Dirección

### Distancia entre luminario y zona a iluminar

La distancia entre luminario y zona a iluminar recomendada es de tres cuartas partes la altura del edificio. Si un edificio es de 10m de altura, la distancia entre luminario y zona a iluminar recomendada es de 7.5m del edificio. Si se coloca el reflector más cerca del edificio se sacrificará uniformidad; si se coloca más lejos dará como resultado pérdida de eficiencia.

Distancia entre luminario y zona a iluminar =  $\frac{3}{4}$  x altura del edificio

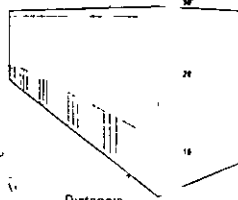
$\frac{3}{4}$  (30 pies.) = 22.5 pies



### Espaciamento

El método empírico para el espaciamento de reflectores es no exceder dos veces la distancia entre luminario y zona a iluminar. Si la distancia entre luminario y zona a iluminar es de 7.5m, los reflectores no deben colocarse a más de 15m de distancia.

Espaciamento = 2 x distancia entre el luminario y zona a iluminar  
 $7.5 \text{ m} \times 2 = 15 \text{ m de distancia}$



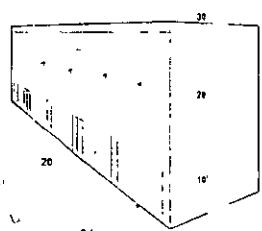
Espaciamento 45 pies

Distancia 22.5 pies

### Dirección

El reflector debe ser dirigido al menos a dos terceras partes de la altura del edificio. Por ejemplo, si un edificio es de 10m de alto, el punto de dirección recomendado es de aproximadamente 6.5m de alto. Una vez que se completa la instalación, se puede ajustar la dirección para producir la mejor apariencia. Al montar una visera completa o superior en el reflector se puede reducir el derrame de luz no deseado.

Punto de dirección =  $\frac{2}{3}$  x altura del edificio  
 $\frac{2}{3}$  (10 m.) = 6.5 m de alto



Espaciamento 45 pies

$\frac{3}{4}$  de altura del edificio

## Iluminación de espectaculares

Cuando se ilumina un anuncio con reflectores montados a piso, se deben tener en cuenta tres consideraciones: distancia entre el luminario y zona a iluminar, espaciamento y dirección.

Consideraciones de iluminación de espectaculares:

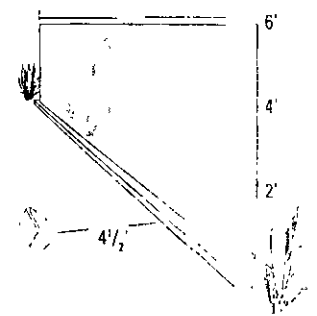
1. Distancia entre luminario y zona a iluminar
2. Espaciamento
3. Dirección

### Distancia entre luminario y zona a iluminar

Cuando se usan reflectores montados a piso para iluminar un anuncio espectacular, la distancia entre el luminario y la zona a iluminar es una distancia igual a tres cuartas partes de la altura del anuncio. Por ejemplo, la distancia entre el luminario y la zona a iluminar para un anuncio de 4 m por 2 m pies sería de 1.5 m. El situar el reflector más cerca, sacrificaría la uniformidad en cambio si se coloca más lejos, dará como resultado pérdida de eficiencia.

Distancia entre el luminario y zona a iluminar =  $\frac{3}{4}$  x altura del anuncio

$\frac{3}{4}$  (2m.) = 1.5 m

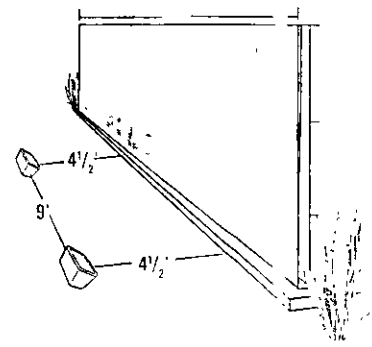


### Espaciamento

El método empírico de espaciamento de los reflectores no debe exceder dos veces la distancia entre el luminario y la zona a iluminar. Si la distancia entre el luminario y la zona a iluminar es de 1.5 m, los reflectores no deben colocarse a más de 3 m de separación.

Espaciamento = 2 x distancia entre el luminario y la zona a iluminar

$1.5 \text{ m} \times 2 = 3 \text{ m de separación}$

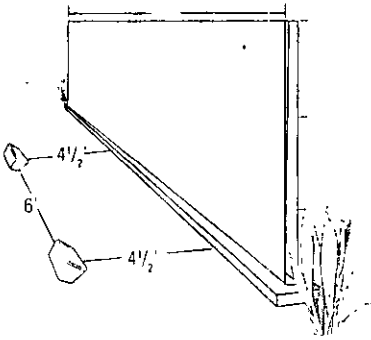


## Dirección

Los reflectores deben ser dirigidos al menos a dos terceras partes de la altura del anuncio. Por ejemplo, si un anuncio es de 2 m de altura, los reflectores deben dirigirse aproximadamente a 1.3 m de altura. Después de que se ha terminado la instalación, se puede ajustar la dirección para lograr una mejor apariencia. Al montar una visera completa o superior al reflector reducirá el reflejo no deseado.

$$\text{Punto de dirección} = \frac{2}{3} \times \text{altura del anuncio}$$

$$\frac{2}{3} (2 \text{ m}) = 1.3 \text{ m de altura}$$



## Iluminación de Banderas

Los reflectores montados a piso también se pueden utilizar para iluminar banderas. Deben considerarse: la distancia entre el luminario y el objeto a iluminar, el espaciamento y la dirección.

### Consideraciones para la iluminación de banderas:

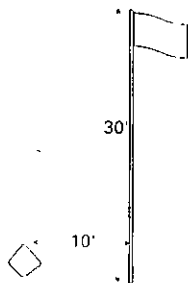
1. Distancia entre el luminario y objeto a iluminar.
2. Espaciamento.
3. Dirección.

### Distancia entre el luminario y el objeto a iluminar

Para iluminar una bandera se recomienda que la distancia entre el luminario y el objeto a iluminar sea de una tercera parte de la altura del poste. Si el poste mide 10 m de altura, el reflector debe colocarse a una distancia de 10 pies del poste.

Distancia entre el luminario y el objeto a iluminar =  $\frac{1}{3}$  x altura del poste

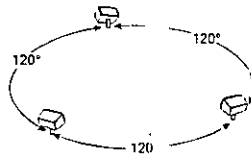
$$\frac{1}{3} (10 \text{ m.}) = 3 \text{ m}$$



## Espaciamento

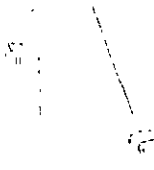
Idealmente, se recomiendan tres reflectores para iluminar una bandera. Los reflectores deben colocarse con una separación de 120° entre sí.

3 reflectores a una distancia de 120° entre sí.



## Dirección

El punto de dirección recomendado para cada reflector es el centro de la bandera o el punto más alto del poste. Al montar una visera superior o completa en el reflector puede reducirse el derrame de luz no deseada.



## REFLECTORES MONTADOS EN POSTES

### Iluminación de Área General

Los reflectores montados en postes se usan de manera común para aplicaciones de iluminación de áreas generales tales como estacionamientos y patios de almacenamiento. Deben considerarse: la altura del montaje, el espaciamento, la dirección vertical y horizontal.

### Consideraciones para iluminación General:

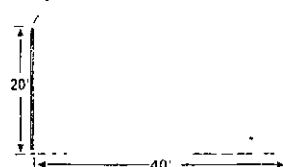
1. Altura del montaje.
2. Espaciamento.
3. Dirección Vertical.
4. Dirección Horizontal.

### Altura del Montaje

La altura del montaje recomendada es la mitad de la distancia a través del área a iluminar. Si el área a iluminar es de 12 m, la altura del montaje más baja recomendada es de 6 m.

Altura del montaje = la mitad de la distancia a iluminarse

$$\frac{1}{2} (12 \text{ m}) = 6 \text{ m}$$

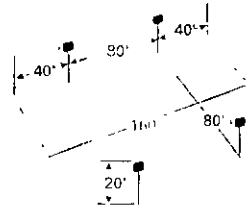


## Espaciamento

Cuando se añade más de un poste, es importante la colocación del mismo. El método empírico conocido como "4 veces" para el espaciamento indica que un poste debe colocarse a cuatro veces la altura del montaje de los postes adyacentes. Si un reflector está montado en un poste de 6 m, separe los postes a 24 m.

$$\text{espaciamento de postes} = 4 \times \text{altura del montaje}$$

$$4 (\text{poste de } 6 \text{ m}) = 24 \text{ m entre los postes}$$

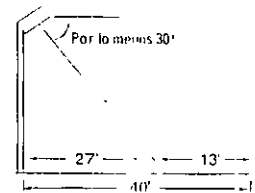


## Dirección Vertical

Un reflector sencillo usa dos tercios de la regla empírica para dirección vertical. El luminario se dirige a  $\frac{2}{3}$  partes de la distancia a través del área a iluminar y al menos a 30° por abajo del horizontal. Si el área a iluminarse es de 12 m, el punto de dirección recomendado es de 8 m.

Punto de dirección =  $\frac{2}{3}$  a través de la distancia a ser iluminada

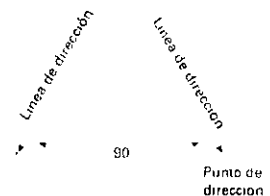
$$\frac{2}{3} (12 \text{ m.}) = 8 \text{ m de punto de dirección}$$



Además para minimizar el reflejo, la distancia del punto de dirección recomendada no debe exceder dos veces la altura del montaje. Si un poste mide 6 m de alto, el punto de dirección vertical no debe exceder de 12 m.

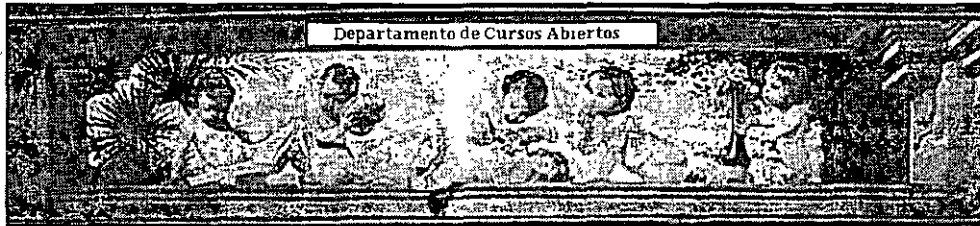
## Dirección Horizontal

Cuando se añade un reflector adicional a un poste sencillo, se debe considerar la dirección horizontal. Primero, cada reflector se debe dirigir verticalmente de acuerdo a la regla de dos tercios. Mientras que el reflector tenga un NEMA de 6 ó 7 de apertura de haz horizontal, los reflectores pueden dirigirse hasta con una separación de 90°.





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



# **CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES**

TEMA:

**"ALUMBRADO DE CALLES Y CARRETERAS"**

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

**DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



DIVISIÓN DE  
EDUCACIÓN  
CONTINUA

**Programa 2004**

# CAPITULO XIII

## ALUMBRADO DE CALLES Y CARRETERAS

Los objetivos fundamentales del alumbrado de carreteras y calles son los siguientes: proporcionar para la seguridad del tráfico, luchar contra la delincuencia y la vagancia y promover el progreso cívico. Por debajo de todos estos objetivos, la principal mira se cifra en producir la cantidad y calidad de iluminación requerida para una segura, rápida y cómoda visibilidad por la noche. Sin embargo, hay otros muchos beneficios que se derivan de una buena iluminación de las calzadas y que se consideran a menudo igualmente importantes.

Para conseguir un alumbrado eficaz de este tipo, es esencial que la instalación esté bien proyectada. El proyecto deberá seguir al *American Standard Practice for Street and Highway Lighting*, considerando sucesivamente los siguientes puntos:

La clasificación de la zona y de la carretera.

El nivel de iluminación apropiado según la clasificación.

Selección de las luminarias de acuerdo con la distribución de luz requerida.

El apropiado emplazamiento de la luminaria (altura de montaje, longitud del brazo y separación) para proporcionar la iluminación requerida en cantidad y calidad.

### Clasificación de la zona y de la carretera - Niveles de iluminación

Las clasificaciones de las zonas y carreteras y el nivel de iluminación recomendado para cada una de ellas se dan en la siguiente tabla:

### RECOMENDACIONES SOBRE EL NIVEL LUMINOSO MEDIO HORIZONTAL<sup>a</sup> (LUMENES POR METRO CUADRADO)

Carreteras (que no sean muy rápidas ni autopistas)				Carreteras muy rápidas y autopistas <sup>c</sup>	
Carreteras muy rápidas y auto- pistas	Clasificación de las carreteras			Clasificación	Carreteras muy rápidas
	Subur- bios	Inter- media	Zonas aleja- das y rurales		
Principal	200	120	90	Urbana continua	14 <sup>d</sup>
Colectora	120	90	60	Rural continua	10
Local	90	60	20 <sup>b</sup>	Tráfico urbano	20
				Tráfico normal	14

a El nivel luminoso medio recomendado representa la iluminación media sobre el pavimento de la carretera cuando la fuente luminosa está en el punto de emisión luminosa más baja y la luminaria está más sucia.

b Residencial.

c El valor de 6 lux para las autopistas lo utiliza desde 1953 la *American Standard Practice for Street and Highway Lighting*, pendiente de los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo bajo la supervisión de la Highway Research Board.

d 20 lux en las zonas de suburbios.

Nota: Al usar las tablas se deben tener en cuenta los siguientes factores:

1. Las zonas de cruces de carreteras convergentes y divergentes en pendiente, requieren una iluminación más alta que la recomendada en las tablas. La iluminación en estas zonas deberá ser al menos igual a la suma de los valores de iluminación previstos en las carreteras que forman el cruce.

2. El valor más bajo de nivel luminoso en cualquier punto del pavimento no deberá ser menor de un tercio del valor medio. La única excepción a esta exigencia se reduce en las carreteras residenciales, donde el valor luminoso más bajo en cualquier punto puede ser hasta un sexto del valor medio.



### Selección de luminarias y fuentes de luz

En el alumbrado público se utilizan fuentes de luz de filamento, de mercurio y fluorescentes, y todas ellas proporcionan excelentes resultados cuando se usan apropiadamente. En la práctica más en uso tanto para instalaciones nuevas como en los programas de reemplazamiento, las fuentes de luz son predominantemente lámparas de los tipos de mercurio o de mercurio con color mejorado. La razón es que dichas lámparas han experimentado muy significativas mejoras en eficacia inicial, mantenimiento de emisión luminosa y alargamiento de vida activa, mientras que los precios han sido reducidos. Esto, a su vez, ha traído consigo el desarrollo de tipos de lámparas de mercurio más eficaces y económicas.

El método IES-USASI (antiguamente ASA) ha establecido para la clasificación de luminarias los criterios siguientes:

1. Distribución vertical de luz.
2. Distribución lateral de luz.
3. Control de la distribución de luz por encima de la máxima intensidad luminosa.

Las distribuciones verticales de luz se dividen en tres categorías, corta (S), media (M) y larga (L), según el ángulo vertical de máxima intensidad luminosa en relación con la altura de montaje (MH).

La distribución lateral de luz se divide en dos grupos de acuerdo con el emplazamiento de la luminaria en relación con la zona que se va a iluminar (en el centro o a un lado de la calle o carretera). Estos grupos se subdividen a su vez de acuerdo con la abertura lateral de la línea isocandela de intensidad luminosa igual a la mitad de la máxima.

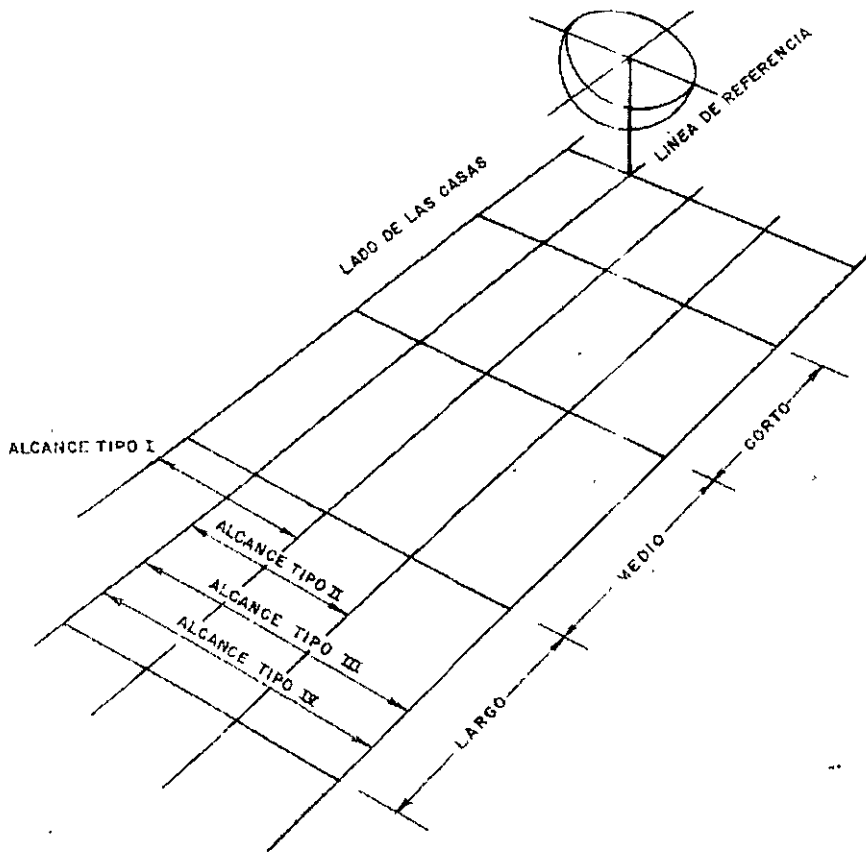
Las clasificaciones de distribución lateral y vertical están hechas sobre la base de un diagrama isocandela que lleva superpuestas en su retículo de coordenadas rectangulares una serie de líneas longitudinales de calle (LRL) numeradas en múltiplos de la altura de montaje (MH) y una serie de líneas transversales de calle (TRL) con el mismo sistema de numeración. El método se ilustra en el dibujo adjunto, que también muestra la clase de distribución vertical y lateral de los tipos principales de la clasificación IES-USASI.

El control de la distribución de luz por encima de la máxima intensidad luminosa se divide en tres tipos en función del tanto por ciento de lúmenes nominales de la fuente de luz emitidos por encima del límite TRL para las distribuciones S, M y L verticales. Los tipos son:

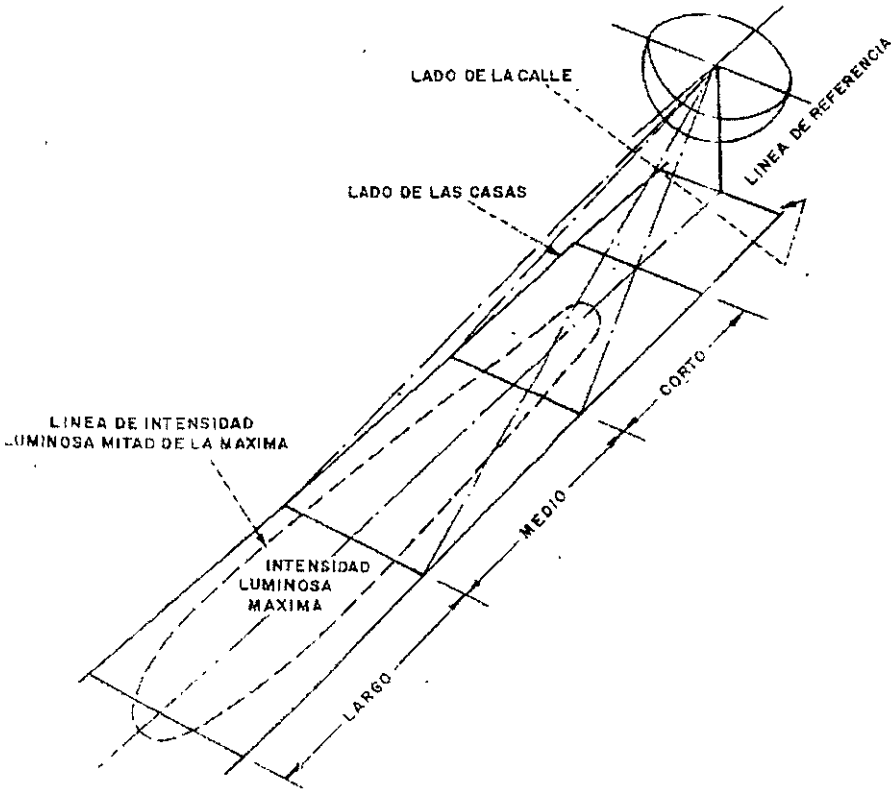
1. Controlada o cutoff - no más del 10%.
2. Semicontrolada o semi-cutoff - no más del 3%.
3. Noncutoff - sin limitación.

La elección de la luminaria y la fuente de luz para un sistema de alumbrado de cualquier carretera o calle incluye la consideración de las clasificaciones de la zona y la carretera, las condiciones de tráfico, la experiencia de casos de delincuencia, las dimensiones y carácter de las carreteras o calles y del campo o edificaciones adyacentes. Estas consideraciones fijan las exigencias de cantidad y calidad de la iluminación y determinan su aspecto estético.

# ALUMBRADO DE CALLES Y CARRETERAS



Cobertura de la calle para las diferentes clasificaciones de la distribución de luz de una luminaria.



Disposicion tipica del alumbrado de calles.

Emplazamiento de las luminarias - Separación y altura de montaje

El emplazamiento, separación y altura de montaje apropiados de las luminarias implican factores de iluminación tales como la relación de uniformidad entre el nivel luminoso más bajo y el medio, y el deslumbramiento mínimo. Dichos factores se deben considerar juntamente con otros de orden práctico que a menudo incluyen el emplazamiento de postes convenientes, espacio para soportes de nuevos postes, longitudes de los bloques, límites de las propiedades, desniveles, curvas, cruces. Al perseguir el objetivo de un mínimo deslumbramiento con un óptimo brillo del pavimento, las alturas de montaje de las luminarias son función de la máxima intensidad luminosa del haz y del tipo de control. Los exteriores para determinar la altura de montaje mínimo se dan en la siguiente tabla:

ALTURAS MINIMAS DE MONTAJE DE LA LUMINARIA

Intensidad luminosa máxima de la luminaria	Altura mínima de montaje (m)		
	Cutoff	Semi-cutoff	No-cutoff
Por debajo de 5.000	6	6	7,5
Por debajo de 10.000	6	7,5	9
Por debajo de 15.000	7,5	9	10,5
Por encima de 15.000	9	10,5	12

\* Para algunas aplicaciones puede ser preferible una altura de montaje mayor

El cálculo de la iluminación media se puede hacer basándose en la selección de las luminarias, la altura de montaje y la separación de aquéllas para iluminar una anchura determinada de calle o carretera. Para ello se usa la fórmula del método de los lúmenes, incluyendo la depreciación de los lúmenes de la lámpara y la de la luminaria por la suciedad (1). Debe hacerse un cálculo para determinar el valor más bajo de nivel luminoso sobre el pavimento, a fin de comprobar si la disposición propuesta alcanzará la relación requerida entre las iluminaciones mínima y media. Esto exige un estudio de la iluminación en los puntos de la calle o carretera en los que es de esperar que se presente el mínimo, usando los diagramas isolux correspondientes a las luminarias que contribuyen a la iluminación de tales puntos.

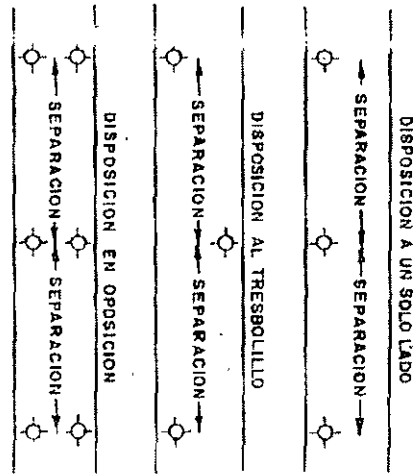
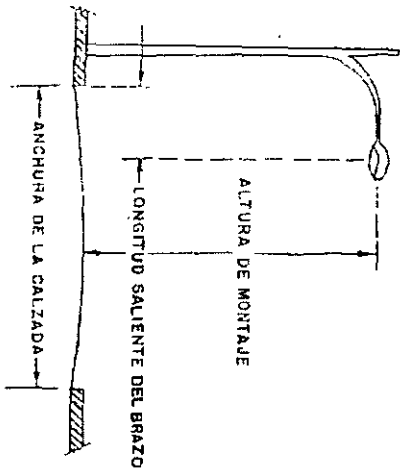
La breve esquematización precedente sólo puede indicar la orientación general para proyectar una disposición de alumbrado de carreteras satisfactorio. Hay una gran complejidad en una calle o carretera, y situaciones especiales que requieren tratamiento especial, curvas, colinas, cruces, callejuelas, túneles, pasos subterráneos, para nombrar unos pocos. Más información relativa a un proyecto se encuentra en el IES-USASI *American Standard Practice* y en el *Design and Application of Roadway Lighting*, publicado por el *Street and Highway Safety Lighting Bureau*. Una configuración típica aceptable del alumbrado de calles y carreteras para una situación determinada se muestra en la página siguiente.

(1) Un coeficiente de utilización tomado de la curva de utilización de la luminaria elegida.



# CONFIGURACION TIPICA ACEPTABLE DE ALUMBRADO PARA CARRETERAS DE DOS DIRECCIONES

Tipo de carretera: Dos direcciones; rural principal soportes a 3 m.  
 Anchura de la carretera: 7,20 m. (dos direcciones de 3,60 m.)  
 Nivel de iluminación deseado: 9 lux de promedio horizontales.  
 Relación de uniformidad deseable: 3 = 1.



Distribución de luz		Datos de las lámparas de mercurio			Datos del poste		Colocación	Separación (m)	Iluminación lux		Relación de uniformidad
Tipo	Vertical	Control	Designación	Emisión luminosa (lúmenes)	Altura de montaje (m)	Longitud del brazo (m)			Media	Mínima	
II	S	C.O.	H39-22KB 175 W Clara	7.700	9	1,20	En un solo lado	28	9	3,6	2,5 : 1
II	M	Semi C.O.	H37-5KB 250 W Clara	12.100	9	1,20	En un solo lado	41	9	4,9	1,8 : 1
II	M	C.O.	H33-1CD 400 W Clara	21.000	9	1,20	En un solo lado	30	22	7,1	3,0 : 1
II	M	C.O.	H33-1CD 400 W Clara	21.000	9	1,20	Al tresbolillo	45	14,1	4,7	3,0 : 1
III	L	Semi C.O.	H35-18NA 700 W Clara	39.000	10,5	1,20	En un solo lado	60	15	5,1	2,9 : 1
III	L	Semi C.O.	H35-18NA 700 W Clara	39.000	10,5	1,20	Al tresbolillo	63	14,7	4,9	3,0 : 1

## 2.5.2 alumbrado exterior

### 2.5.2.1 alumbrado público

#### a.— LAMPARAS INCANDESCENTES, FLUORESCENTES O VAPOR DE MERCURIO

Para llevar a cabo una verdadera y buena iluminación de alumbrado público, es esencial que la instalación esté bien proyectada. El diseño deberá seguir las normas prácticas americanas para el alumbrado de calles y carreteras, teniendo en consideración los siguientes puntos:

- a.1.— La clasificación de la carretera en función del tráfico.
- a.2.— El nivel adecuado de iluminación para la clasificación de la carretera.
- a.3.— La selección de luminarias en relación con la distribución de luz requerida.
- a.4.— Los emplazamientos adecuados de las luminarias (altura de montaje, distancia de separación entre unas y otras, longitud del brazo) para proporcionar la cantidad y calidad de iluminación requerida.

#### a.1. CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS

Se deberá hacer una clasificación en función del tráfico aplicable a todas las carreteras para que el diseño del sistema de alumbrado esté en relación con las necesidades particulares de cada una. La tabla nos muestra la clasificación según el volumen del tráfico de vehículos, recomendada por el "Street Lighting Committee" del "Institute of Traffic Engineers".<sup>1</sup> Se recomienda que todas las carreteras se clasifiquen además según el tráfico de peatones durante las horas nocturnas de mayor actividad.

CLASIFICACION DEL TRAFICO	*VEHICULOS POR HORA
Tráfico muy ligero	Menos de 150
Tráfico ligero	150 a 500
Tráfico medio	500 a 1200
Tráfico pesado	1200 a 2400
Tráfico muy pesado	2400 a 4000
Tráfico máximo	Más de 4000

\*Durante la noche, a la hora de máximo tráfico, en ambas direcciones.  
<sup>1</sup> Instituto de Ingenieros de Tráfico, Comité de Alumbrado de Calles.

**Tráfico ligero o sin peatones.**— El que puede haber en las carreteras de barrios residenciales o zonas de almacenes, autopistas, calles elevadas o subterráneas y carreteras en campo.

**Tráfico de peatones medio.**— El que puede haber en calles de barrios comerciales de segundo orden y en calles de algunas zonas industriales.

**Tráfico de peatones pesado.**— El que puede haber en las calles de los barrios comerciales.

#### a.2. NIVEL DE ILUMINACION

El nivel adecuado de iluminación para cada clasificación de las calles puede determinarse en la tabla siguiente. Los valores de la lista son los niveles mínimos en servicio, requeridos para proporcionar un buen alumbrado público normal. En

algunas instalaciones pueden ser requeridos niveles más altos por razones distintas de la seguridad del tráfico. El nivel luminoso más bajo en cualquier punto del pavimento no debe ser nunca menos de 1/4 del citado en la tabla. Esto se aplicará a todas las carreteras excepto a las que tienen un tráfico muy ligero de vehículos en donde el mínimo admisible puede llegar a ser 1/10 de la iluminación usual.

#### Nivel luminoso recomendado en Lux (lúmenes por m<sup>2</sup>) para calles\*.

Tráfico de peatones	Clasificación del tráfico de vehículos			
	Muy ligero menos de 150	Ligero (150 a 500)	Medio 500 a 1200	Pesado o más (más de 1200)
Pesado	9	12	15	18
Medio	6	9	12	15
Ligero o nulo	3	6	9	12

\*Para calzadas oscuras, con una reflectancia aproximada del 3%. Con calzadas más claras, niveles luminosos más bajos, proporcionarán la misma efectividad.

#### a.3. SELECCION DE UNIDADES DE ALUMBRADO

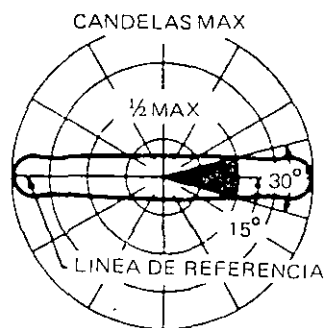
Las fuentes luminosas usadas en el alumbrado público son las incandescentes, las de vapor de mercurio y las fluorescentes, y cada una de ellas proporcionará resultados excelentes cuando se utilicen adecuadamente. La consideración fundamental al seleccionar la unidad de alumbrado y la combinación de lámparas es su distribución fotométrica que procurará la cantidad y uniformidad de iluminación deseada, además de crear unas buenas condiciones visuales en los alrededores. La elección entre sistemas que cumplan estos requisitos se hace generalmente teniendo en cuenta su aspecto y el costo relativo.

Las unidades de alumbrado público se clasifican generalmente con relación a la forma de distribución lateral en cinco tipos generales que a continuación se detallan. La "anchura" se define por el ángulo que forman la línea de referencia paralela al bordillo y la línea radial que pasa por el punto de máxima emisión luminosa de la linterna en bujías.

#### UNIDAD DE ALUMBRADO DE TIPO I

Las lámparas de tipo I tienen distribución lateral en dos sentidos, con una anchura de 15° a cada lado de la línea de referencia y una variación aceptable de 10° a menos de 20°. Las dos concentraciones principales de luz están en direcciones opuestas a lo largo de la calle. El plano vertical de máxima iluminación es paralelo a la línea de la acera. La distribución de

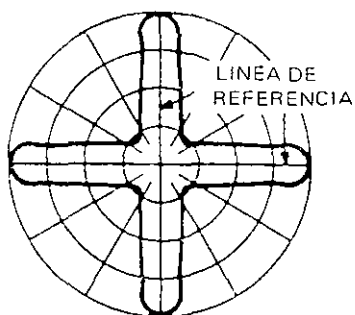
luz es similar en ambos lados de este plano vertical. Este tipo de distribución es aplicable, en general, cuando la unidad de alumbrado se coloca próxima al eje de la calle.



### UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO I DE CUATRO DIRECCIONES

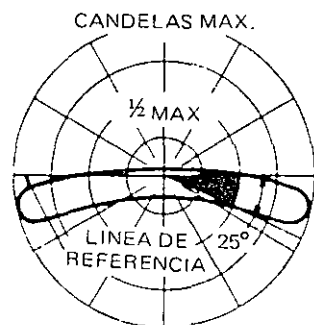
Las lámparas de tipo I cuatro direcciones, tienen una distribución con cuatro concentraciones principales de luz, formando entre ellos ángulos de aproximadamente 90°, con una variación de anchura total de 20° a menos de 40° como las del tipo I.

Este tipo de distribución es aplicable generalmente a unidades de alumbrado situadas sobre o cerca del centro de una intersección de calles de ángulo recto.



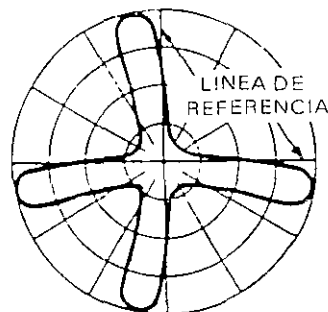
### UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO II

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II tienen una anchura lateral de 25°, con una variación aceptable de 20° hasta menos de 30°. Esta distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas en o cerca de las aceras de calles relativamente estrechas, cuya anchura no exceda de 1.6 veces la altura de montaje.



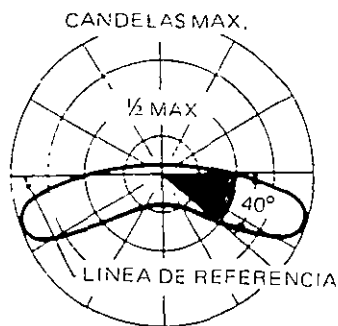
### UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO II DE CUATRO DIRECCIONES

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II de cuatro direcciones tienen cuatro concentraciones principales de luz, cada una con una anchura de 20° a menos de 30°, como las de tipo II. Este tipo de distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas cerca de una esquina de una intersección de calles de ángulo recto.



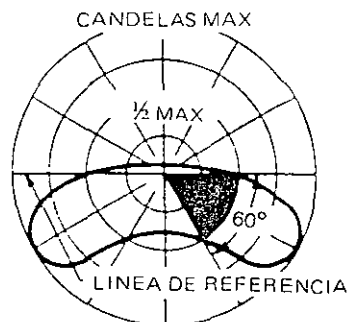
### UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO III

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo III tienen una anchura lateral de 40° con una variación aceptable de 30° a menos de 50°. Este tipo de distribución se proyecta para montaje de unidades de alumbrado en o cerca de un costado de una calle de mediana anchura, cuya anchura no exceda de 2.7 veces la altura de montaje.



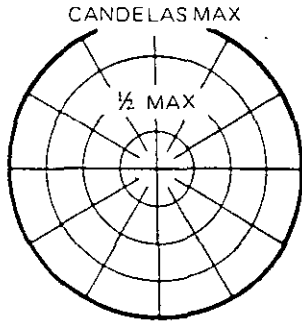
### UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO IV

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo IV tienen una anchura lateral de 60° con una variación aceptable de 50° o más. Este tipo de distribución se proyecta para montaje al costado de la calle, y se emplea generalmente en calles anchas, cuya anchura no excede de 3.7 veces la altura de montaje.



## UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO V

Las unidades de alumbrado de tipo V tienen distribución de luz, circular, es decir la misma emisión en todos los ángulos laterales. Esta distribución se proyecta para unidades de alumbrado montadas, en o cerca del centro de la calle, en las islas centrales de avenidas y en cruces

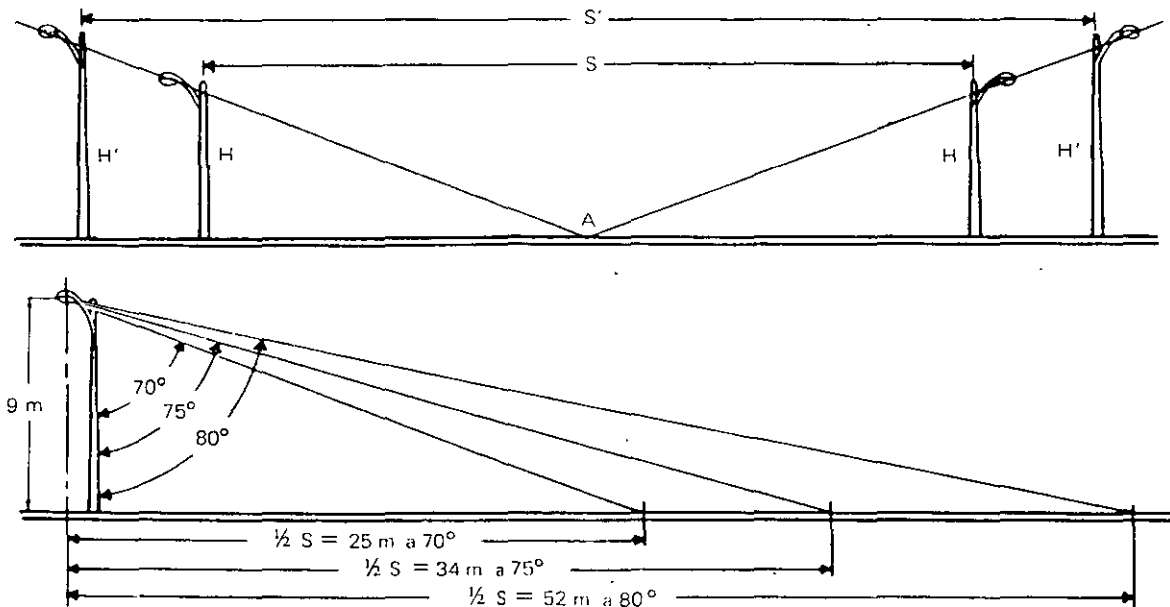


### a. 4. EMPLAZAMIENTO DE LAS UNIDADES DE ALUMBRADO.

Dos consideraciones son de una importancia fundamental en la determinación de la altura de montaje óptima: la conveniencia de reducir al mínimo el deslumbramiento directo y la necesidad de una distribución razonablemente uniforme de iluminación sobre la superficie de la carretera. Cuanto más alta esté montada la unidad de alumbrado, más distanciado estará por encima de la línea normal de visión, y menor será su deslumbramiento.

Por otra parte, para alcanzar la iluminación uniforme se requiere una cierta relación entre la altura de montaje, la distancia entre unidades de alumbrado y el ángulo vertical de máxima emisión luminosa para la unidad de alumbrado en cuestión (generalmente entre  $70^\circ$  y  $80^\circ$ ).

### RELACION DE LA DISTANCIA ENTRE LAMPARAS A LA ALTURA DE MONTAJE



Para una unidad de alumbrado dada, la relación de la distancia entre postes, a la altura de montaje deberá ser lo suficientemente baja para que el rayo de luz de máxima emisión luminosa puede incidir en la calzada por lo menos a la mitad de la distancia al poste contiguo. Para proporcionar una mayor uniformidad sobre las carreteras de gran tráfico, la distancia entre postes se reduce a veces hasta un 50%, lo que proporciona un 100% de solape de los haces verticales.

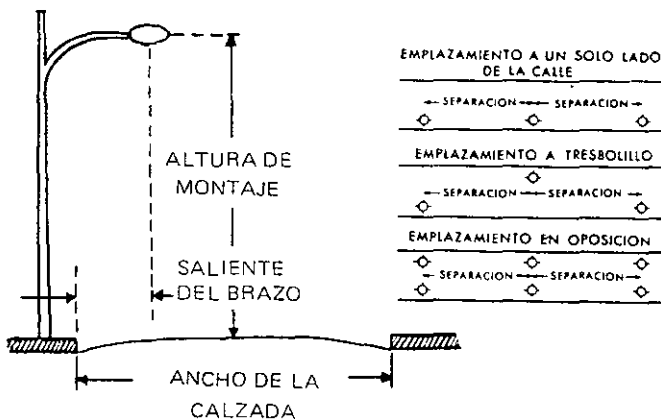
Las alturas de montaje recomendadas por la "American Standard Practice" para el alumbrado de calles y carreteras con el mínimo deslumbramiento y la máxima uniformidad, vienen dadas en las tablas siguientes. A veces pueden desearse mayores alturas de montaje, pero variar las alturas que a continuación se dan tanto en más como en menos, no puede considerarse una buena práctica.

## b.- ALTURA DE MONTAJE DE LAMPARAS

\* La altura de montaje es admisible en aquellos casos en los que el contraste entre el brillo de la unidad de alumbrado y sus alrededores es relativamente bajo.

Emisión luminosa de la lámpara (lúmenes)	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV y V
	m	m	m	m
2500	7.60	6.00	6.00	6.00
4000	7.60	7.60	7.60	7.60
6000	7.60	7.60	7.60	7.60
10000	—	* 7.60 a 9	* 7.60 a 9	7.60
15000	—	9	* 7.60 a 9	* 7.60 a 9
20000	—	9	9	* 7.60 a 9
50000	—	—	—	* 7.60 a 9

## c.- ESTUDIOS CARACTERISTICOS DE ALUMBRADO DE CALLES BASADOS EN UN PAVIMENTO CON FACTOR DE REFLEXION DEL 10% (1)



(1) Para pavimentos con reflectancia menor (del orden del 3 por 100), el nivel luminoso deberá ser aumentado en un 50 por 100.

(2) Basado en la emisión luminosa inicial y un factor de mantenimiento de 0,80.

(3) Para lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, para lámparas de incandescencia, 7,2 m a un solo lado.

(4) A 13°C de temperatura ambiente.

(5) Lámparas trabajando a tensión nominal en posición horizontal.

### DATOS

	LAMPARA Y TIPO DE LINTERNA	LUMENES POR LUMINARIA	NIVEL LUMINOSO MEDIO (2) (LUX)
Tráfico Muy ligero Tráfico de peatones: Ligero Ancho de la calle: 9 m Separación: 36 m en un solo lado (3) Altura de montaje: 7,60 m, Saliente del brazo: 2 m	Filamento Tipo I	6000	2,20
	Fluorescente Tipo I (ancha)	8500 (2 lamp. HQ)	2,90 (4)
	Fluor. de Vapor mercurio Tipo I	3350 (38 4 IA°C)	2,00
Tráfico Ligero Tráfico de peatones: Ligero o medio Ancho de la calle: 12 m Separación: 36 m a tresbolillo Altura de montaje: 7,60 o 9 m Saliente del brazo: 1,50 m	Filamento Tipo III	6000	4,10
	Fluorescente Tipo I (ancha)	12800 (2 lamp. SHQ)	3,90 (4)
	Fluor. de Vapor mercurio Tipo IV	11250 (H37 5KC/CI)	6,50
Tráfico Medio Tráfico de peatones: Medio Ancho de la calle: 15 m Separación: 36 m a tresbolillo Altura de montaje: 7,60 o 9 m Saliente del brazo: 1,50 m	Filamento Tipo III	15000	10,00
	Fluorescente Tipo I (ancha)	19600 (2 lamp. SHQ)	6,50 (4)
	Clara de Vapor mercurio Tipo III	21500 (H33-1-CD)	13,00 (5)
Tráfico Pesado Tráfico de peatones: Medio Ancho de la calle: 18 m Separación: 36 m a tresbolillo Altura de montaje: 9 m Saliente del brazo: 1,50 m	Filamento Tipo III	15000	9,30
	Fluorescente Tipo I (ancha)	39200 (4 lamp. SHQ)	11,00 (4)
	Clara de Vapor mercurio Tipo III	21500 (H33-1-CD)	11,00 (5)
Tráfico Lo más pesado Tráfico de peatones: Pesado Ancho de la calle: 21 m Separación: 36 m en oposición Altura de montaje: 9 m Saliente del brazo: 1,50 m	Filamento Tipo III	15000	16,00
	Fluorescente Tipo I (ancha)	39200 (4 lamp. SHQ)	19,00 (4)
	Clara de Vapor mercurio Tipo III	21500 (H33-1-CD)	21,00 (5)

## 2.5.2.2 datos y cálculos de iluminación de calles

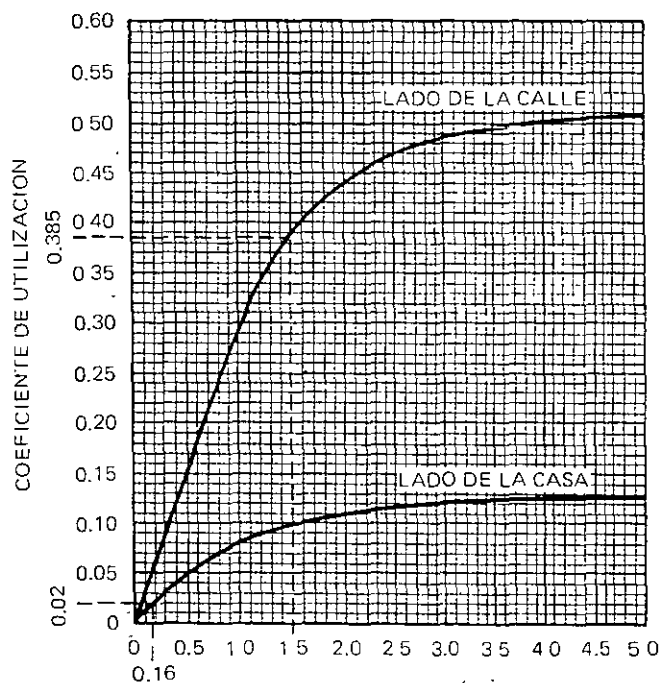
### a.- INTRODUCCION

Los cálculos de iluminación de calles en candelas-pié horizontales se agrupan en dos tipos generales:

- 1 - Determinación de la iluminación promedio en el pavimento de la calle
- 2 - Determinación de la iluminación en puntos específicos de la carretera

### b.- DETERMINACION DEL PROMEDIO DE ILUMINACION.

La iluminación promedio sobre un área grande de pavimento en término de pie-candelas horizontales puede calcularse por medio de una "curva de utilización" del tipo mostrado en la figura (a) siguiente.



$$\text{Relación} = \frac{\text{Ancho transversal (lado de la calle ó casa)}}{\text{Altura de montaje del luminario}}$$

Fig. a - Ejemplo de curvas para coeficientes de iluminación para provisión de luminarios Tipo III-M en distribución de luz.

El coeficiente de utilización, como se muestra en la figura (a) es el porcentaje de los lúmenes de lámpara que caerán en cualquiera de las dos áreas de longitud infinita; una extendida al frente del luminario (lado de la calle) y la otra detrás del luminario (lado de la casa), cuando el luminario es nivelado y orientado sobre la calle en una manera equivalente a aquella en la cual éste fue probado. Ya que el ancho de la calle está

expresado en término de una razón de la altura de montaje del luminario al ancho de la calle, el término no tiene dimensiones.

### FACTORES DE DEPRECIACION

Las diferentes causas de pérdidas de luz en los luminarios de alumbrado de calles se ilustran en la figura (b). Estas condiciones de deterioración existen siempre, variando el grado. De esta forma cada circunstancia deberá ser considerada separadamente para aplicar valores de depreciación razonables para ello.

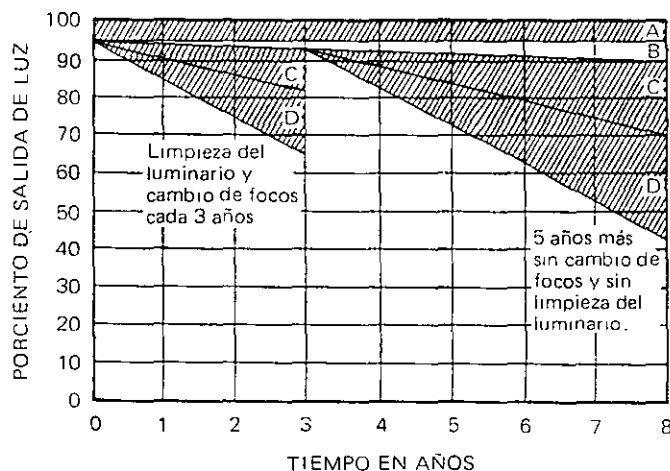


Fig. b.- Causas de pérdida de luz mostrados\* para un sistema típico de alumbrado de calles (mercurial 400 watts)

- A. Variación en temperatura y/o voltaje
- B. Deterioración de superficies del luminario o refractor
- C. Depreciación de los lúmenes de la lámpara
- D. Depreciación por suciedad del luminario

\*Los valores que se muestran son ilustrativos de las pérdidas. Difierirán cantidades relativas para cada instalación específica. Si las bases de las lámparas no son reemplazadas, los valores finales mostrados serán aún más reducidos.

### c.— FORMULAS PARA CALCULOS.

La fórmula básica para la determinación del promedio de pie-candelas horizontales es la siguiente:

$$\text{Pie-Candelas}_{\text{prom.}} = \frac{\text{lúmenes de lámpara} \times \text{C.U.}}{\text{Área de Pavimento por luminario en pies cuadrados.}}$$

donde:

C.U. = Coeficiente de utilización

Esta fórmula es ampliada generalmente como sigue:

$$\text{Pie-candelas}_{\text{prom.}} (\text{Lúmenes por pie cuadrado}) = \frac{(\text{lúmenes de lámpara}) \times (\text{coeficiente de utilización})}{(\text{espacio entre luminarios en pies}) \times (\text{ancho de calle en pies})}$$

\*Esta es la distancia longitudinal entre luminarios si son espaciados en arreglos escalonados (tresbolillo) o de un solo lado. Esta distancia es la mitad de la distancia longitudinal entre luminarios si los luminarios están arreglados en lados opuestos.

Puede verse que con esta expresión de la fórmula, es posible encontrar el promedio de los pie-candelas horizontales, o espa-

ciamientos, o lúmenes de lámparas, según se desee. Una modificación de esta fórmula es necesaria para determinar la iluminación promedio en la calle cuando la fuente de iluminación está en su condición de mayor suciedad. Para tal cálculo, la fórmula se expresa como sigue:

$$P.p. = \frac{L \times C.U. \times F.P.}{D \times A}$$

donde.

P.p. = pie-candelas prom (lúmenes por pie cuadrado).

L = lúmenes de lámpara

C.U. = coeficiente de utilización

F.P.\* = factor de pérdida de luz.

D = distancia entre luminarios en pies.

A = ancho de la calle en pies

\*Este valor puede ser determinado experimentalmente o estimado, si es desconocido.

### d.— CALCULOS TÍPICOS

Para ilustrar el uso de una curva de utilización, Fig (a), un cálculo típico se muestra a continuación:

**Datos.**— Calle con arreglo de luminarios como se muestra en la Fig. (c).

- Espaciamiento de luminarios escalonados (colocadas a tresbolillo) de 120 pies.
- Ancho de la calle entre banquetas (pavimento) de 50 pies.
- Altura de montaje del luminario, 30 pies.
- Distancia de banqueta al luminario, 5 pies.
- Factor de pérdida de luz, (0,6)
- Lámparas de vapor de mercurio con 20,000 lúmenes iniciales.

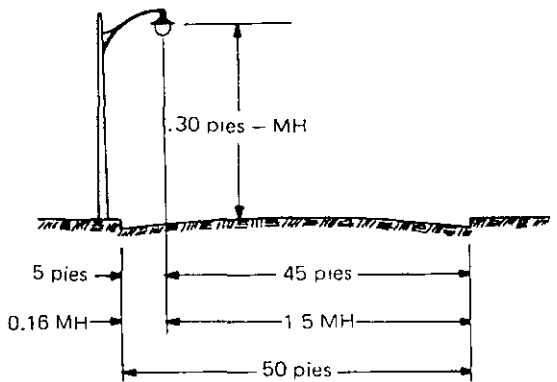


Fig. c — Arreglo de luminarios y calle supuestos para un cálculo típico.

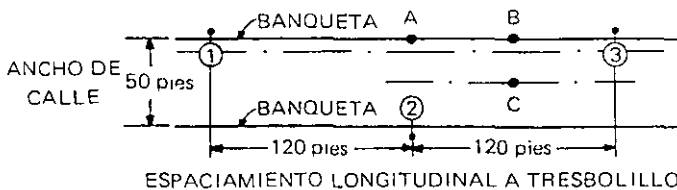
**Se requiere:** Calcular el promedio mínimo de lúmenes por pie cuadrado (promedio de pie-candelas) para la calle.

**Solución.**— Para iluminación promedio.

1 — Determine el coeficiente de utilización (C.U.) para el "lado de la calle" del luminario:

$$\begin{aligned} \text{Relación (lado de la calle)} &= \frac{50 \text{ pies} - 5^* \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = \\ &= \frac{45 \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = 1.50 \end{aligned}$$

\*Úsese la distancia de borde de la banqueta al punto directamente abajo de la luminaria.



El coeficiente de utilización (C.U.) de la Fig (a) para la relación de 1.50 es 0.385.

2.— Determinar el coeficiente de utilización (C.U.) del "lado de la casa".

$$\text{Relación (lado de la casa)} = \frac{5 \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = 0.16$$

El coeficiente de utilización (C.U.) de la Fig. (a) para la relación de 0.16 es de 0.02

3.— El coeficiente total para "lado de la calle" más "lado de la casa" es de 0.405.

4.— Para determinar la iluminación promedio en la calle, úsese la fórmula dada anteriormente

$$\text{Pie-candela}_{\text{prom.}} = \frac{20,000 \times 0.405 \times 0.6}{120 \times 50} = 0.8$$

$$\approx 0.8 \text{ pie candelas}$$

## e.— DETERMINACION DE LA ILUMINACION EN UN PUNTO ESPECIFICO

La determinación de la iluminación horizontal en pie-candelas en un punto específico puede determinarse de una curva "isopié-candelas", Fig. (d), o por medio del método clásico de cálculo de puntos

**Diagramas de Isopié-candelas.**— Un diagrama de isopié-candelas es una representación gráfica de puntos de igual iluminación unidos por una línea continua. Estas líneas pueden mostrar valores de pie-candelas en un plano horizontal de una sola unidad teniendo una altura de montaje definida, o bien, ellas pueden mostrar una figura compuesta de la iluminación de varias fuentes arregladas en cualquier forma o a cualquier altura de montaje. Estas se usan en el estudio de uniformidad de la iluminación y en la determinación del nivel de iluminación a cualquier punto específico. A fin de hacer estas curvas aplicables a todas las condiciones están calculadas para una altura de montaje dada, pero las distancias horizontales están expresadas en razones de la distancia actual a la altura de montaje. Factores de corrección para otras alturas de montaje están dados generalmente en la tabulación a lo largo de las curvas de isopié-candelas.

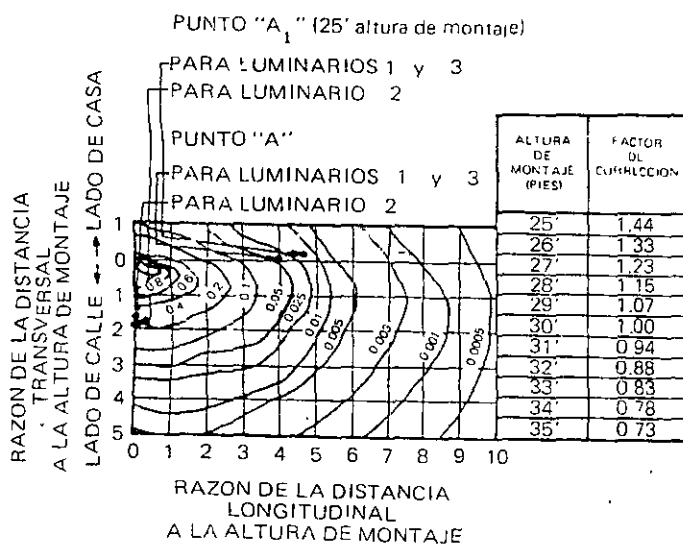


Fig. d.— Ejemplo de un diagrama de isopié-candelas de pié-candelas horizontales en la superficie del pavimento para un luminario con distribución de luz Tipo III-M, para 1000 lúmenes de salida de lámpara 10 veces.

**Cálculos Típicos.**— Para ilustrar el uso del diagrama de isopié-candelas, un cálculo típico se muestra a continuación:

**Datos.**— Calle con arreglo de luminarios como se muestra en la Fig (c)

- Espaciamiento de luminarios escalonados (colocados a trespelillo) de 120 pies.
- Ancho de la calle entre banquetas (pavimento) de 50 pies.
- Altura de montaje del luminario, 30 pies
- Distancia de banqueta al luminario, 5 pies
- Factor de pérdida de luz, (0.6).
- Lámparas de vapor de mercurio con 20,000 lúmenes iniciales.

**Se requiere:**

Determinar el nivel de pie-candelas en el punto "A" de la Fig. (c), en el cual tiene el total de contribuciones de los luminarios 1, 2 y 3.

**Solución:**

1.— La localización del punto "A" con respecto a un punto en el pavimento directamente bajo el luminario está dimensionado en múltiplos transversales y longitudinales de la altura de montaje. Se supone que la distribución del luminario provee líneas de isopié-candelas (pié-candelas horizontales) como se muestra en la Fig (d). El punto "A" es así localizado en este diagrama de isopié-candelas para su posición con respecto a cada luminario

2.— Para determinar la contribución de cada luminario al punto "A":

- a — Luminarios números 1 y 2 Localice el punto "A"
- Transversal 5 piés a "lado de la casa":

$$\frac{5}{30} = 0.16 \text{ veces la altura de montaje}$$

- Longitudinal 120 pies a lo largo del pavimento.

$$\frac{120}{30} = 4.0 \text{ veces la altura de montaje}$$

En el punto "A" para estos luminarios el valor estimado en pie-candelas de la Fig. (d) del diagrama de isopié-candelas



delas es de 0.04 pie-candelas. Esta contribución es de cada luminario 1 y 3. Ambos luminarios juntos proveen 0.08 pie-candelas.

b. — Luminario número 2. Localice el punto "A"

— Transversal 45 pies a "lado de la calle"

$$\frac{45}{30} = 1.5 \text{ veces la altura de montaje.}$$

— La localización longitudinal es cero (0), ya que se localiza directamente enfrente del luminario. En el punto "A" para este luminario el valor estimado en pie-candelas de acuerdo a la Fig. (d) es 0.3 pie-candelas.

3. — El total en el punto "A" de los 3 luminarios es  $0.08 + 0.3 = 0.38$  pie-candelas. El valor de 0.38 pie-candelas está basado en 1000 lúmenes de lámpara en 10 veces y luminarios limpios con una lámpara produciendo los lúmenes nominales. El nivel inicial de pie-candelas es, de esta manera  $0.38 \times 2 = 0.76$  pie-candela. Si se desea expresar el nivel de pie-candelas en los términos cuando la fuente de iluminación se encuentra en su salida más baja y cuando el luminario se encuentra en condiciones de la mayor suciedad, se puede expresar utilizando el procedimiento que sigue.

$$0.76 \times 0.6 = 0.46 \text{ pie-candelas}$$

4. — Para usar los datos de otra altura de montaje que la indicada en las curvas de isopiés-candela graficados, es necesario encontrar la nueva localización en el diagrama, así como aplicar un factor de corrección al valor de pie-candelas de esta nueva localización. Deberá seguirse el siguiente procedimiento.

a. — Calcule las nuevas distancias transversales y longitudinales a la altura de montaje y localice los puntos en el diagrama de acuerdo a los siguientes cálculos.

Ejemplo para altura de montaje de 25 pies

— Luminarios 1 y 3 — Punto "A<sub>1</sub>";

— Transversal 5 pies en "lado de la casa":

$$\frac{5}{25} = 0.2 \text{ veces altura de montaje (M.H.)}$$

— Longitudinal 120 pies a lo largo del pavimento.

$$\frac{120}{25} = 4.8 \text{ M.H.}$$

El punto "A<sub>1</sub>" es localizado en el diagrama de isopiés-candelas (Fig. d) con sus nuevas dimensiones.

b. — Obtenga los valores estimados en pie-candelas en las nuevas locaciones y multiplique esos valores por el factor de corrección para la nueva altura de montaje.

El valor estimado de los pie-candelas en el punto "A<sub>1</sub>" (Fig. d) es de 0.015 pie-candelas. Este valor es multiplicado por el factor de corrección para 25 pies, el cual es de 1.44.

$0.015 \times 1.44 = 0.0216$  pie-candelas desde cada luminario 1 y 3. Ambos luminarios proveen 0.043 pie-candelas.

Luminario No. 2 — Punto "A<sub>1</sub>".

— Transversal 45 pies en el "lado de la calle":

$$\frac{45}{25} = 1.8 \text{ M.H.}$$

— La localización longitudinal permanece en cero (0), directamente al frente del luminario. Los pie-candelas estimados de la Fig. (d) son 0.2 pie-candelas. Este valor es multiplicado por el factor de corrección 1.44

$$0.2 \times 1.44 = 0.288 \text{ pie-candelas}$$

El total en el punto "A<sub>1</sub>" es:

$$0.043 + 0.288 = 0.331 \text{ pie-candelas.}$$

Como antes, este valor deberá ser multiplicado por el cociente de los lúmenes actuales de la lámpara a los lúmenes de la lámpara del diagrama de isopiés-candelas (20,000/10,000) = 2 para el nivel inicial de pie-candelas.

## COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD

Los requerimientos de uniformidad en la iluminación deberán ser determinados por el cociente de la razón:

$$\frac{\text{pie-candelas mínimos horizontales}}{\text{pie-candelas promedio horizontales}}$$

Esto puede también ser expresado como la razón:

$$\frac{\text{pie-candelas promedio horizontales}}{\text{pie-candelas mínimos horizontales}}$$

Un suficiente número de puntos especificados sobre la calle deberán ser chequeados para verificar la calidad y eficiencia de una instalación de alumbrado, antes de ser aceptada y puesta en servicio, para este objeto se recomienda la prueba conocida como método de los 21 puntos

## f.- INSTRUCTIVO PARA REALIZAR MEDICIONES DE NIVELES DE ILUMINACION, APLICANDO EL METODO DE LOS 21 PUNTOS ADAPTANDOSE A LA GEOMETRIA DE LA INSTALACION

A continuación se expone el método para realizar mediciones de niveles de iluminación por el método conocido como de los 21 puntos

Datos requeridos:

- Altura de montaje
- Distancia interpostal
- Ancho de camellón (para calles de doble circulación, avenidas, etc.)
- Ancho de vía lateral.

Los resultados mínimos que se requieren para verificar una calidad y eficiencia que se consideren buenos en los arreglos y los equipos por probar y considerando las condiciones antes citadas serían a partir de los coeficientes de uniformidad

De esta manera se tiene que:

$$E \text{ promedio} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_{21}}{21} = \text{luxes}$$

De lo anterior se puede apreciar que se harán mediciones en 21 puntos previamente establecidos (Ver Fig. e)

Los valores mínimos aceptables para los coeficientes de uniformidad serán los siguientes (de acuerdo a la Comisión Internacional de Iluminación, I.I.C.)

$$\text{Coeficiente de uniformidad general} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ prom.}} = 0.55$$

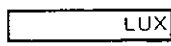
$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ max.}} = 0.50 \text{ (en los 3 ejes, I, II y III)}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ max.}} = 0.40 \text{ (en los 3 ejes A, B y C)}$$

### FORMA PARA COMPROBAR LOS NIVELES DE ILUMINACION EN CAMPO

PANORAMA DE LOS NIVELES DE ILUMINACION HORIZONTALES EN EL SUELO  
METODO DE LOS 21 PUNTOS

NIVELES DE ILUMINACION PROMEDIO

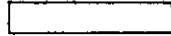


Implantación

Espaciamiento

Anchura de la calle

COEF. DE UNIFORMIDAD GRAL.



Poste

Luminario

Inclinación(s)

Fuente(s)

Lámpara(s)

Ajuste de lámpara

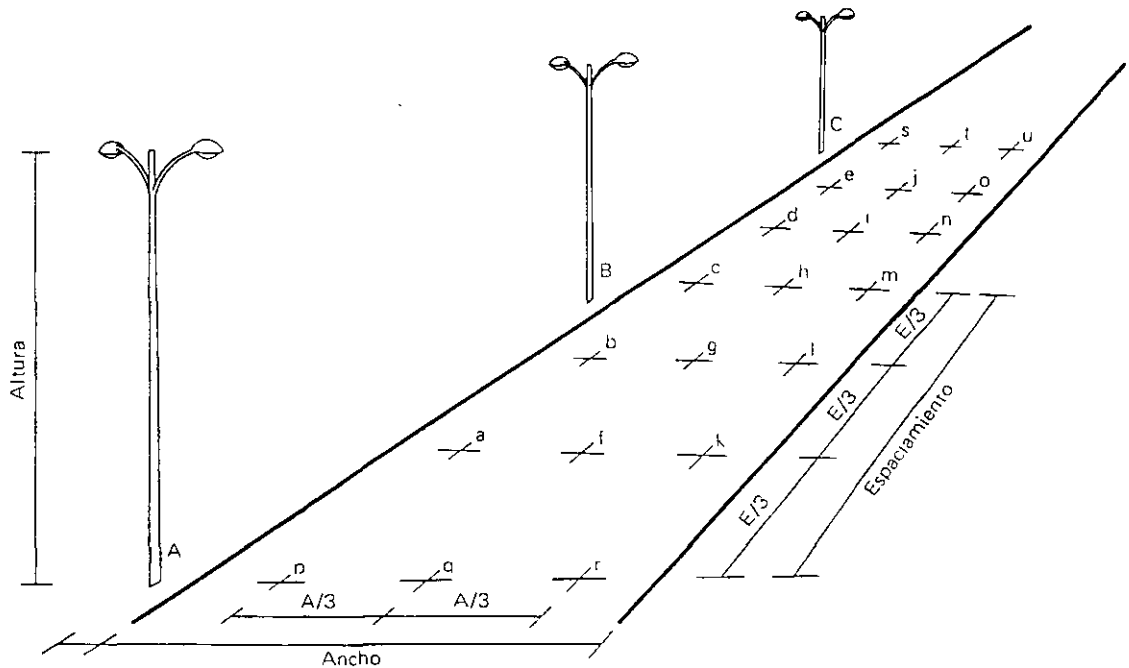
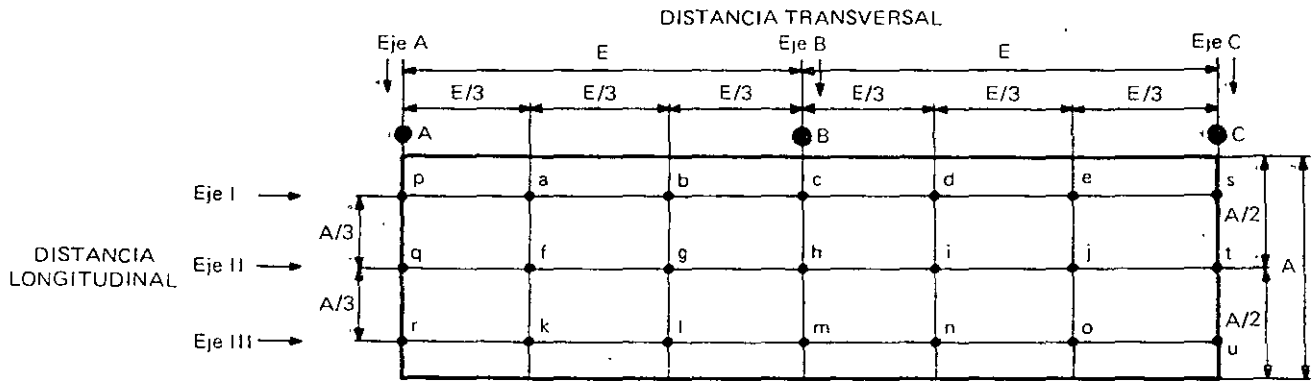


Fig. e.- Arreglo de los 21 puntos donde deberán realizarse las mediciones de iluminación en luxes





De acuerdo con lo representado en la Fig. (e) anterior, las mediciones en el campo que deberán efectuarse serán:

$$E_{prom} = \frac{\sum_a^u}{21} \text{ ó}$$

$$E_{prom} = \frac{a + b + c + \dots + u}{21}$$

y los coeficientes de uniformidad que deberán calcularse serán los siguientes:

$$\text{Coeficiente de uniformidad general} = \frac{E_{min.}}{E_{prom}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal (eje I)} = \frac{E_{min.}}{E_{max.}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal (eje II)} = \frac{E_{min.}}{E_{max.}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal (eje III)} = \frac{E_{min.}}{E_{max.}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal (eje A)} = \frac{E_{min.}}{E_{max.}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal (eje B)} = \frac{E_{min.}}{E_{max.}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal (eje C)} = \frac{E_{min.}}{E_{max.}}$$

Al obtenerse los valores calculados para los coeficientes de uniformidad deberán compararse con los valores considerados como mínimos aceptables de acuerdo a lo indicado anteriormente, esto con el fin de verificar el nivel de calidad de la instalación en prueba.

## 2.5.2.3 consideraciones técnicas para una instalación con lámparas de vapor de sodio

### a.- INTRODUCCION

El extraordinario aumento en la circulación de vehículos automotrices y el constante incremento de la velocidad que alcanzan los conductores de los mismos, ya sea en las vías rápidas y aún en las zonas urbanas, nos ha obligado a requerir de un mayor interés en lo relativo a los factores de seguridad en el tráfico automotriz; es por ello que debemos mejorar la visibilidad nocturna de obstáculos y de guía visual del conductor, especialmente cuando éste circula por vías rápidas.

La visión nocturna adecuada solo podrá lograrse mediante una instalación de alumbrado público de buena calidad, ya que de ella dependerá la seguridad tanto del automovilista como del peatón. Para el automovilista es importante poder distinguir los puntos singulares de la calle y los obstáculos que en ella se encuentran (baches, topes, etc.) aún sin la ayuda de las luces del vehículo, mucho antes que el automovilista llegue a ellos, para que éste pueda maniobrar con toda anticipación.

El técnico responsable de un proyecto de alumbrado público, debe escoger los materiales y equipos destinados a obtener una instalación funcional. Es de suma importancia tomar en consideración al analizar las diversas alternativas que se puedan aplicar, cuatro criterios que a continuación se citan.

- 1.- Uniformidad de luminancia de la carpeta de la calle.
- 2.- Nivel de luminancia en dicha carpeta.
- 3.- El confort visual de la instalación (limitación del deslumbramiento)
- 4.- El nivel de iluminación

### 1. UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA Y NIVEL DE LA MISMA

El propósito que se busca en alumbrado funcional de calles, es que los obstáculos se destaquen claramente sobre la calle, la cual deberá aparecer uniformemente luminosa.



Este aspecto uniforme depende:

- a.— De la calidad de difusión y reflexión del recubrimiento de la calle.
- b.— De la implantación de los equipos, es decir, la geometría de la instalación (altura de montaje, distancia interpostal, inclinación, etc.).
- c.— Del ajuste de las luminarias en caso de que lo tengan y de sus cualidades fotométricas.

**DEFINICION DE LUMINANCIA:**

Se sabe que la impresión luminosa que recibe el ojo proveniente de un objeto iluminado, no es debido al nivel de iluminación de este objeto, sino a su luminancia, es decir, que el ojo se sensibiliza, no por la luz recibida por el objeto, sino por aquella que éste refleja hacia el observador (por tanto la luminancia es el efecto que nos produce la sensación de ver)

Lo mismo sucede en el alumbrado público, en donde el objeto de nuestra atención está constituido por la carpeta de la calle y sus alrededores inmediatos (guarniciones, banquetas) de ahí la importancia que tienen las características ópticas del recubrimiento de la carpeta.

Tratemos de imaginar cómo se comporta un rayo luminoso emitido por una luminaria de alumbrado público que llega a la carpeta de la calle (con el objeto de que apreciemos la importancia que tiene la calidad de difusión y reflexión de la misma).

En primer lugar, supongamos que el recubrimiento de la calle sea una superficie perfectamente reflejante. En este caso, el observador, cualquiera que sea su posición sobre la calle, no verá más que la imagen de la luminaria reflejada por la carpeta.

El rayo emitido por la luminaria, es reflejado hacia el observador siguiendo las leyes elementales bien conocidas de óptica geométrica, denominadas "Leyes de Descartes", leyes en las cuales se sabe que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Algunas calles lisas muy rodadas y en tiempo de lluvias, se aproximan mucho a una carpeta reflectora, pero las irregularidades del suelo crean una sucesión de imágenes de la fuente luminosa alineadas en forma de banda prácticamente continua o raya de luminancia desde el pie del poste hasta el observador. Un ejemplo que ilustra este caso se da a continuación: En carpetas muy lisas, la zona de luminancia máxima, no se extiende nunca más allá del pie del poste; lo que se explica fácilmente, ya que los rayos luminosos son reflejados en el sentido opuesto al de observación (Fig. 1) (Rayo p) y por lo tanto, no pueden ser percibidos por el ojo. Cuando el observador se desplaza, la raya de luminancia se desplaza también con él.

Imaginemos ahora que nos encontramos en presencia de una carpeta perfectamente difusora (Fig. 2). En este caso, la porción del flujo luminoso que llega a la carpeta, se reparte uniformemente.

Cualquiera que sea la posición del observador con relación a un punto indefinido de la carpeta, tendrá siempre una componente de flujo reflejado que llegará al ojo del observador. La luminancia de la carpeta es entonces independiente de la posición del observador.

En la realidad las características ópticas de los recubrimientos de las calles comunes, contienen en proporciones variables, los dos ejemplos que hemos citado anteriormente, ya que una parte del flujo es difundido y otra parte es reenviado en

una dirección privilegiada. Esta dirección privilegiada está muy próxima a aquella del rayo reflejado de acuerdo con las leyes de Descartes (reflexión Specular). Se pueden presentar a grosso modo, las componentes de flujo reflejado en la forma indicada en la Fig. 3.

Tal y como se ha mostrado anteriormente, existe un especial interés en que el recubrimiento de las calles no sea en acabado liso, sino granulado, ya que por otra parte, contribuye a la seguridad en el manejo en cuanto a la buena adherencia de los neumáticos de los vehículos en circulación.

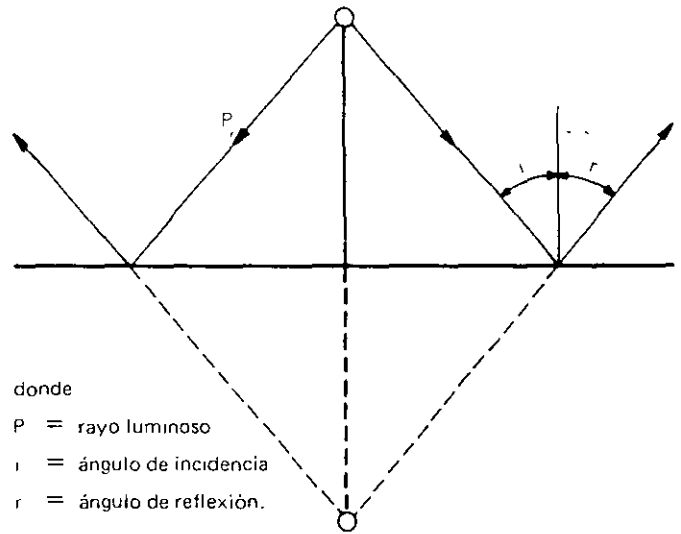


Figura 1

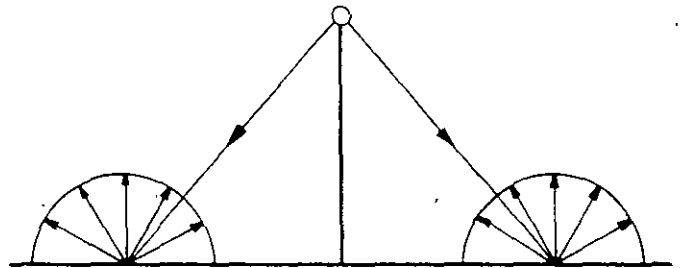


Figura 2

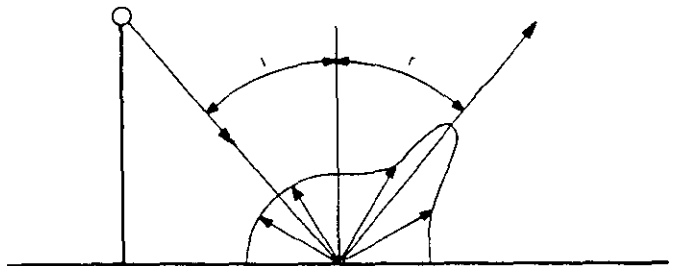


Figura 3

Es de vital importancia que los Ingenieros responsables de los proyectos para las nuevas instalaciones de alumbrado, tengan una relación técnica más estrecha con los Ingenieros responsables de los recubrimientos de las calles, con el objeto de buscar en la medida de lo posible, una mejor solución desde el punto de vista óptico para dichos recubrimientos, ya que además del acabado granulado, el color del recubrimiento juega un papel muy importante en los resultados ópticos de una instalación de alumbrado, pues con carpetas de acabado granulado y más claras que las actuales, se obtendrá una superficie más difusora y más reflectora de los rayos luminosos incidentes a ella, procedentes de los equipos de iluminación,

con lo cual se aumentaría el rendimiento óptico del conjunto de la instalación eléctrica del alumbrado y consecuentemente se reflejaría en un menor costo de la misma.

#### INCONVENIENTES DE LOS RECUBRIMIENTOS OSCUROS

El principal inconveniente que presentan los recubrimientos a base de asfalto y grava petrolizada, es desde luego su color oscuro, el cual particularmente de noche y con el mal tiempo, hace muy difícil la percepción de obstáculos fijos o móviles. También existe la dificultad de realizar una buena instalación de alumbrado público, que asegure a una regular distancia, una perfecta visibilidad de los obstáculos

#### b.- NIVELES RECOMENDADOS PARA ILUMINACION EXTERIOR

CLASE DE VIA DE CIRCULACION	CARPETA OSCURA	CARPETA CLARA
a - COMPLEJOS VIALES A VARIOS NIVELES		
b.- VIAS DE GRAN CIRCULACION	50 LUX	25 LUX
c.- PLAZAS IMPORTANTES		
VIAS URBANAS DE TRAFICO IMPORTANTE Y VELOCIDAD LIMITADA	30 LUX	15 LUX
VIAS RESIDENCIALES	20 LUX	10 LUX

\*Según el C.I.E (Comisión Internacional de Iluminación)

Figura 4

Dependiendo del color del revestimiento de la calle, ya sea oscuro, gris claro o claro, la obtención de una luminancia dada sobre el revestimiento, requiere de un cierto nivel de iluminación (Lúmenes/m<sup>2</sup> de carpeta), que puede variar no solamente de sencillo a doble, sino en muchos casos de sencillo a cuádruple.

El C.I.E \* recomienda los siguientes niveles para carpetas oscuras o claras en varios tipos de vías (Fig. 4)

Es bien sabido que en el alumbrado nocturno, los obstáculos fijos o móviles son percibidos generalmente en forma de siluetas oscuras sobre el fondo constituido por la carpeta iluminada, por lo que es evidente la necesidad de proporcionarle a ésta una luminancia suficiente mediante la instalación de alumbrado público para que ofrezca un buen contraste con los obstáculos que se presenten

#### VENTAJAS DE LOS RECUBRIMIENTOS CLAROS

El empleo de carpetas o recubrimientos claros, tiene la enorme ventaja de permitir la realización de una instalación de alumbrado público eficaz y confortable, en condiciones particularmente económicas, ya que el flujo luminoso y por ende la potencia eléctrica requerida por m<sup>2</sup> de calle, es la mitad, y en muchos casos menor de lo que sería necesario para el caso de una calle con recubrimiento oscuro

Permite además una mejor visibilidad de los obstáculos y una apreciable economía tanto en la inversión inicial de la instalación, como para su operación y mantenimiento.

Hacemos aquí alusión a la noción de confort visual que es más importante a medida que las densidades de tráfico y las velocidades de circulación aumentan. Es necesario que los diversos objetos situados en el campo visual del conductor (carpeta iluminada, faros encendidos de los coches circulando en sentido contrario, etc.) no presenten entre ellos grandes diferencias de luminancias o brillantez, que provoquen el fenómeno de deslumbramiento del conductor, mismo que puede alcanzar grados variables y en casos extremos, provocar la ceguera momentánea, lo cual se reduce a un nivel muy bajo con el empleo de recubrimientos cada vez más claros.

Con todo lo antes expuesto se demuestra la importancia que tiene el tipo de recubrimiento de una calle en la contribución de los resultados de una instalación de alumbrado público.

Hemos visto hasta ahora ventajas y desventajas entre el acabado y color de la carpeta, pero no hay que perder de vista que en función del tipo de recubrimiento se adecúan ídemás elementos de la instalación, tales como la geometría de ésta y las cualidades fotométricas de las luminarias, ya que entre todos estos elementos, existe una gran interrelación que dependiendo del procesamiento de la misma, nos conduce a obtener resultados buenos o mediocres en el terreno práctico.



A continuación nos abocaremos al análisis de los demás parámetros de una instalación de alumbrado, que contribuyen también a la definición de los demás criterios de calidad de "misma, partiendo ahora de la base de que ya es conocido tipo de recubrimiento

## 2. NIVEL DE LUMINANCIA EN DICHA CARPETA

Es bien sabido que los recubrimientos de las calles se comportan como superficies semi-difusoras y semi-reflejan (Fig. 3) y que los rayos luminosos más inclinados reflejan mejor la luz hacia el observador que los rayos muy cerca de la vertical, tal y como lo muestra la Fig. No. 5. POR ESTA RAZON LA UNIFORMIDAD DE LOS NIVELES DE ILUMINACION NO PROPORCIONAN UNA UNIFORMIDAD DE LUMINANCIAS TANTO LONGITUDINALES COMO TRANSVERSALES, por eso no hay que exigir una muy buena uniformidad de los niveles de iluminación como sucede a veces, porque ello conducirá totalmente a obtener "alternancias" de bandas claras y oscuras.

### DESLUMBRAMIENTO CAUSADO POR LUMINARIAS TIPO NON-CUT-OFF

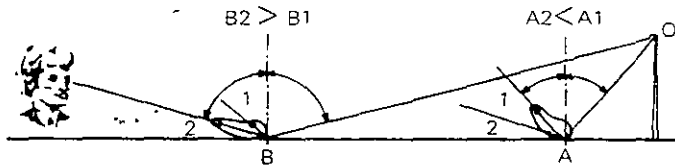


Figura 5.

Es por eso que el C.I.E. recomienda para los recubrimientos de calles más comunes que la UNIFORMIDAD DEL NIVEL LONGITUDINAL SOBRE EL EJE DE OBSERVACION DEBE SER DEL ORDEN DE

$$\frac{E_{min}}{E_{max}} = 0.5 \text{ a } 0.8$$

El estar por encima de estos valores dará como resultado la obtención de manchas brillantes entre los equipos instalados.

Estar por abajo de estos valores, ocasionará obtener manchas muy oscuras entre los equipos

Conservando la uniformidad del nivel de iluminación en los valores anteriores, SE ALCANZA UNA BUENA UNIFORMIDAD DE LA LUMINANCIA que permita una mejor visión de los obstáculos en la calle (topes, baches, etc.).

Este resultado se obtiene generalmente con una relación de distancia interpostal entre altura de montaje del orden de 3 para luminarias semi-cut-off con lámparas con recubrimiento interior y de 3.5 para luminarias semi-cut-off con lámparas claras, desde luego que los valores de esta relación pueden aumentarse a 4 o más, respectivamente, con carpetas o recubrimientos de calle, particularmente favorables (claros y difusores) y con luminarias non-cut-off. Pretender poder hacer algo mejor, es ilusorio y SALE DEL DOMINIO DE LA TECNICA, a menos de sacrificar abusiva y deliberadamente el confort visual.

### CONFORT VISUAL

Nosotros apreciamos el confort visual por la importancia del deslumbramiento de una instalación en las condiciones exactas de observación.

En la práctica, el deslumbramiento depende mucho del tipo de luminaria que se emplea en la instalación, ya sea del tipo non-cut-off, semi-cut-off ó cut-off.

La clasificación anterior se basa en la dirección de la intensidad máxima con relación a la vertical o de la importancia de la intensidad luminosa por encima de los 80°. (Fig. 6)

La Fig. 7 corresponde a la curva fotométrica típica de una luminaria cut-off, cuya intensidad máxima la tenemos a los 54° en este caso.

La figura 8 corresponde a la curva fotométrica típica de una luminaria semi-cut-off, cuya intensidad máxima la tenemos a los 65° en este caso

La figura 9 corresponde a la curva fotométrica típica de una luminaria, non-cut-off, cuya intensidad máxima la tenemos a los 77°.

Los equipos con distribución del tipo cut-off, suprimen todo deslumbramiento, pero producen sobre la calle manchas brillantes cortas, por lo que hay que recurrir a distancias interpostales pequeñas para obtener una superposición conveniente de las manchas luminosas, o a alturas de montajes de cierta importancia.

Los equipos con distribución del tipo non-cut-off, (los más usuales en México) por el contrario resultan muy deslumbrantes, ya que el plano que contiene a la intensidad máxima, se encuentra muy cerca de la horizontal y por ende, de la dirección normal de observación, proporcionando al observador un flujo directo muy importante, proveniente del equipo; pero producen sobre la calle, manchas brillantes en forma de "T" alargada (Fig. No. 5), lo que permite distancias interpostales importantes, con alturas de montaje relativamente bajas, para lograr la superposición de las manchas luminosas

Los equipos con distribución del tipo semi-cut-off, que a propósito hemos dejado en último término, tal y como su nombre lo indica, es una solución intermedia entre las dos clasificaciones antes citadas, es decir, son equipos en los que la dirección del plano que contiene la máxima intensidad luminosa, está comprendido entre los 60° y los 75°, siendo idóneo aquel plano que se encuentra a 65°.

Con este tipo de equipos, se puede alargar la mancha brillante sobre la calle y así obtener una muy buena uniformidad de luminancia, a partir de distancias interpostales y alturas de montaje convenientes.

La estimación del deslumbramiento de una instalación de alumbrado público, puede hacerse mediante el examen de la curva fotométrica de la luminaria, evaluando desde luego las intensidades próximas a la máxima y su dirección con respecto a la vertical.

Hay que hacer notar que el exigir una excelente uniformidad de luminancia a partir de una relación de distancia interpostal y altura de montaje muy grande, corre el riesgo de disminuir el confort visual.

## 4. NIVEL DE ILUMINACION

Objeto. Se trata de verificar para una uniformidad de luminancia y un confort visual dado cuál es el nivel de iluminación promedio, obtenido con cada equipo para una geometría

tría de la instalación considerada. Este nivel da un índice sobre el rendimiento del equipo instalado y desde luego de su aptitud para enviar hacia la calle la mayor cantidad de flujo posible, a esto se le denomina FACTOR DE UTILIZACION DEL EQUIPO y éste depende de la concepción del mismo y de sus componentes, así como de sus condiciones de instalación (no olvidando que el FACTOR DE UTILIZACION (F.U.) depende de la altura de montaje y del ancho de la calle)

#### CALCULO DE ILUMINACION:

Habiendo analizado los criterios de calidad anteriores, entramos ahora a los cálculos de iluminación, tomando en consideración el criterio de luminancia a partir de los niveles de iluminación.

Ya sabemos que un determinado nivel de iluminación provee un determinado nivel de luminancia en el sentido de observación. Fig. 10.

En la actualidad el C.I.E. ya determinó (después de haber efectuado durante largo tiempo pruebas de laboratorio y aplicaciones prácticas) una clasificación de recubrimientos más usuales existentes en la actualidad, en la que interviene un factor R que liga al Nivel de iluminación promedio (que conocemos y qué recomienda el I.E.S.) con el nivel de Luminancia Promedio. Este factor R depende por lo tanto de las características ópticas de cada recubrimiento. Fig. 11

En la Fig. 12 encontramos también los valores de luminancia promedio para las diferentes instalaciones de Alumbrado Público que recomienda el C.I.E.

En la mayoría de las luminarias que se instalan en nuestro País, sus sistemas ópticos dependen de un reflector y un refractor prismático de vidrio o plástico, siendo esto un grave inconveniente, ya que al romperse o faltar el elemento refractor en la luminaria, ésta deja de cumplir con la función para la cual fue diseñada, además de incrementar el costo de su mantenimiento.

Es de gran importancia para todas aquellas personas que verdaderamente requieran la obtención de una obra de alumbrado público eficiente y funcional, analizar cuidadosamente la fisonomía de los equipos por instalar, tanto en su sistema óptico como mecánico, este último, para prever un fácil mantenimiento, así como realizar pruebas sobre el terreno.

Debemos tomar en cuenta el factor de conservación ( $V_{LU}$ ) de la unidad para conocer la eficiencia del equipo después de doce meses de operación.

	LUMINARIO	
	SIN CUBIERTA (abierto)	CON CUBIERTA (cerrado)
Atmósfera contaminada	0.65	0.70
Atmósfera no contaminada	0.90	0.95

Después de un año de operación, un equipo al que no se le dé mantenimiento por este tiempo, tiene un factor de envejecimiento.

$$V = V_{Ia} \times V_{LU}$$

donde

$V$  = factor de envejecimiento del equipo.

$V_{Ia}$  = factor de envejecimiento de la lámpara.

$V_{LU}$  = factor de envejecimiento del luminario.

Por lo que es recomendable dar cuando menos una vez por año mantenimiento al equipo de alumbrado, (limpieza del reflector y cubierta, revisión del equipo de foto-control) así como el repintado de los postes. El cambio de lámparas habrá de realizarse cada 2 ó 3 años, para que su operación resulte rentable

#### c.— CLASIFICACION DE LUMINARIAS PARA ALUMBRADO PUBLICO

TIPO DE LUMINARIA	DIRECCION DE LA INTENSIDAD MAXIMA	VALORES MAXIMOS DE LA INTENSIDAD LUMINOSA EMITIDA BAJO	
		90°	80°
CUT-OFF	0-65°	10 CD/1000 LUMENS	30 CD/1000 LUMENS
SEMI CUT-OFF	0-75°	50 CD/1000 LUMENS	100 CD/1000 LUMENS
NON CUT-OFF	0-90°	1000 CD INDEPENDIEMENTE DEL FLUJO	_____

Figura 6

d.- CURVAS FOTOMETRICAS TIPICAS

CURVA FOTOMETRICA DE UNA LUMINARIA TIPO CUT-OFF

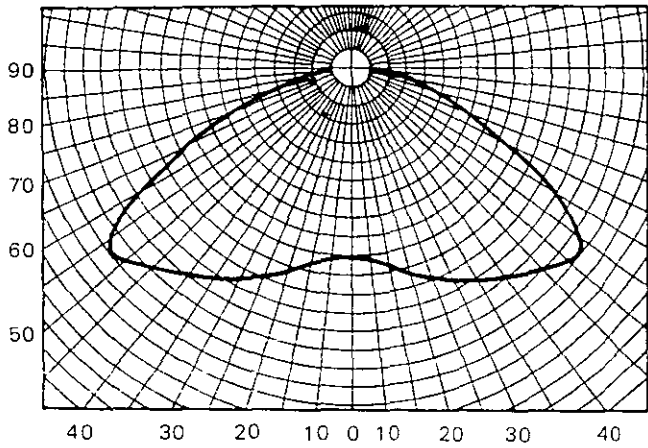


Figura 7

CURVA FOTOMETRICA DE UNA LUMINARIA NON-CUT-OFF

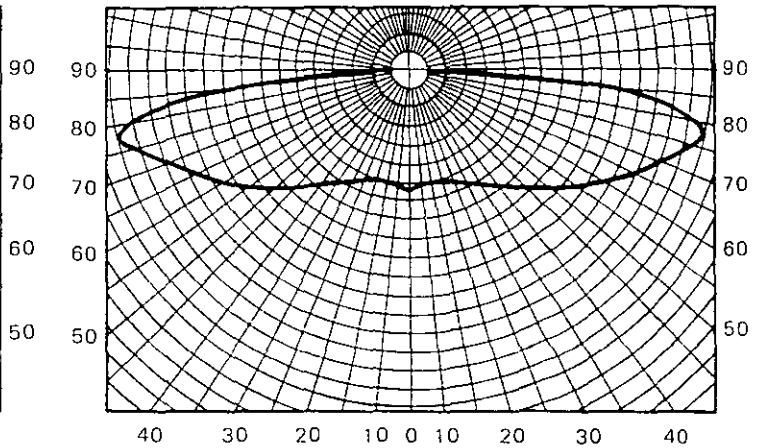


Figura 9

CURVA FOTOMETRICA DE UNA LUMINARIA SEMI-CUT-OFF

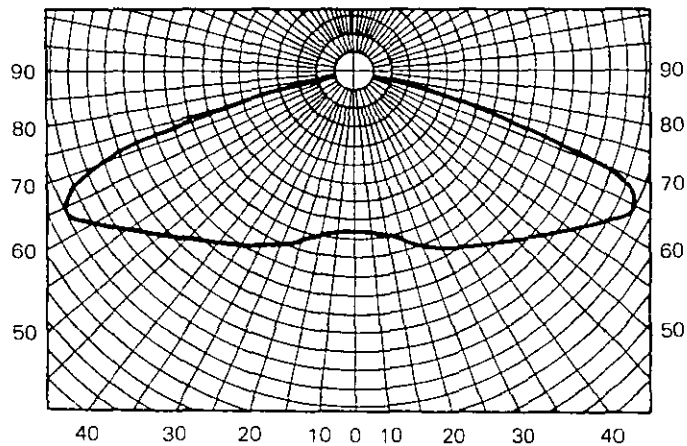


Figura 8

NIVEL DE LUMINANCIA EN EL SENTIDO DE OBSERVACION

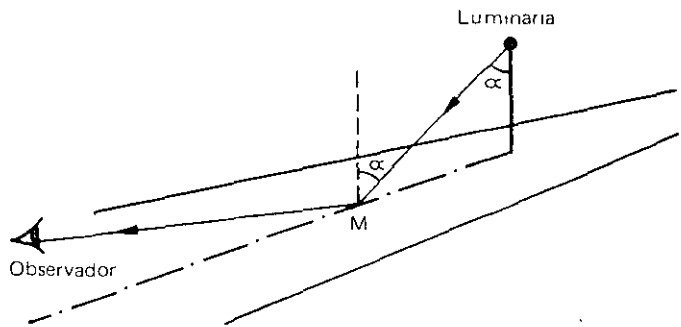


Figura 10



e.- VALORES DEL FACTOR  $R = \frac{E \text{ prom.}}{L \text{ prom.}}$   
 PARA DIFERENTES RECUBRIMIENTOS

TIPO DE RECUBRIMIENTO	LUMINARIAS CUT-OFF	LUMINARIAS SEMICUT-OFF
CONCRETO LIMPIO	12	8
CONCRETO SUCIO	14	10
ASFALTO EMBLANQUECIDO	14	10
ASFALTO GRIS	19	14
ASFALTO OSCURO	24	18
EMPEDRADOS	18	13

Figura 12

f.- VALORES DE LUMINANCIA PROMEDIO  
 PARA DIFERENTES INSTALACIONES

CLASE DE VIA	VIAS RAPIDAS	ALUMBRADO URBANO	GLORIETAS Y CRUCEROS PELIGROSOS	PUNTOS SINGULARES FUERZA DE ZONA ALUMB
LUMINANCIA PROMEDIO	1 a 2.5 CD/m <sup>2</sup>	1 a 2 CD/m <sup>2</sup>	1 a 2 CD/m <sup>2</sup>	0.5 a 1 CD/m <sup>2</sup>
TIPO DE LUMINARIA ACONSEJABLE	CUT-OFF o SEMICUT-OFF	SEMICUT-OFF	SEMICUT-OFF o NON CUT-OFF	SEMICUT-OFF

Figura 12

Observador

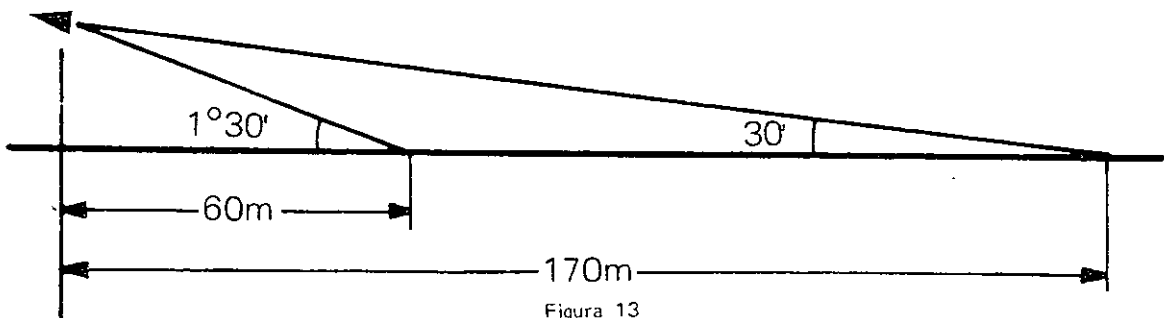


Figura 13



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



# **CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES**

TEMA:

**"PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES"**

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

**DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



DIVISIÓN DE  
EDUCACIÓN  
CONTINUA



# CAPITULO XII

## PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES INCLUIDO EL DEPORTIVO

La iluminación de edificios comerciales como medio de publicidad, el alumbrado de campos de deportes para profesionales o aficionados y el de todo tipo de obras en construcción hacen posible la prolongación de las horas útiles para las tareas a realizar en cada caso. Además de estas aplicaciones más utilitarias, el alumbrado por proyectores sirve para muchos usos decorativos. El tipo de zona a iluminar, las posibilidades de emplazamiento del equipo y la variación en las condiciones de los alrededores imponen problemas de estudio que suelen hacer difícil la normalización. Hay, sin embargo, ciertas reglas básicas que pueden aplicarse a los proyectos de instalación de este tipo.

### PROCEDIMIENTO DE PROYECTO

#### Paso 1. Determinación del nivel de iluminación

A continuación se da una tabla de los niveles de iluminación recomendados para distintas aplicaciones de este tipo de alumbrado. El nivel luminoso no debe ser inferior al dado en la tabla en ningún momento del ciclo de conservación, por lo que al hacer el estudio se ha de considerar un margen suficiente para incluir una degradación luminosa razonable. En el alumbrado de edificios, monumentos, etc., la reflectancia de la superficie y el brillo de los alrededores han de tenerse en cuenta al determinar la cantidad de luz necesaria.

### NIVELES DE ILUMINACION

	Nivel recomenda- do en lux (míni- mo en cualquier momento)		Nivel recomenda- do en lux (míni- mo en cualquier momento)
Edificios		Aparcamientos, Zona .....	50
Construcción general .....	100	Aparcamiento sin servicio .....	10
Trabajos de excavación.....	20	Aparcamiento atendido.....	20
Edificios y monumentos		Embarcadero, Muelle .....	20
Iluminación de exteriores		Prisiones - Patios .....	50
Alrededores brillantes		Canteras .....	50
Superficies claras .....	150	Ferrocarriles - Clasificación:	
Superficies oscuras .....	500	Recepción .....	10
Alrededores oscuros		Puntos de desviación .....	20
Superficies claras .....	50	Estaciones de servicio (rasantes)	
Superficies oscuras .....	200	Alrededores claros	
Boletines y anuncios		Zonas de aproximación .....	30
Alrededores brillantes		Zonas de bombas .....	300
Superficies claras .....	500	Zonas de servicio .....	70
Superficies oscuras .....	1000	Alrededores oscuros	
Alrededores oscuros		Zona de aproximación .....	15
Superficies claras .....	200	Zonas de bombas .....	200
Superficies oscuras .....	500	Zonas de servicio.....	30
Carbón, Depósitos (protección) .....	2	Astilleros	
Drenaje.....	20	General .....	50
Plataformas de carga .....	200	Accesos.....	100
Maderas Almacenes .....	10	Zona de fabricación .....	300
		Depósitos de Intemperie de mucho movim. .	200

## ALUMBRADO DEPORTIVO

	Nivel recomenda- do en lux (míni- mo en cualquier momento)	Nivel recomenda- do en lux (míni- mo en cualquier momento)
Tiro con arco (en la línea de tiro y ver- tical al blanco)		
Competiciones .....	100	
Recreativo .....	50	
Badminton (juego de raqueta y volante)		
Competiciones .....	300	
Torneo de club .....	200	
Recreativo .....	100	
Baloncesto		
Colegios y profesionales .....	500	
Campos interiores de universidades y colegios .....	300	
Recreativos (al aire libre) .....	100	
Playas (Surf)		
En la arena .....	10	
En el mar a 45 m. de la orilla .....	30*	
Bolos	Canales	bolos
Competición .....	200	500*
Recreativo .....	100	300*
Croquet		
Competición .....	100	
Recreativo .....	50	
Boxeo y lucha libre		
Campeonatos (ring) .....	5000	
Profesional (ring) .....	2000	
Aficionados (ring) .....	1000	
Localidades durante el combate .....	20	
Localidades antes y después del com- bate .....	50	
Pelota base	En el	fuera del
	campo	campo
Liga mayor .....	1500	1000
Ligas AAA y AA .....	700	500
Ligas A y B .....	500	300
Ligas C y D .....	300	200
Semiprofesional y municipal .....	200	150
Liga juvenil .....	300	200
Recreativo .....	150	100
Localidades durante el juego .....	20	
Localidades antes y después del juego .....	50	
Billar		
Competición (sobre la mesa) .....	500	
Recreativo (sobre la mesa) .....	300	
Área general .....	100	
Bolos sobre hierba		
Lo mismo que para el Croquet.		
Golf. Salidas		
General sobre los "tees" .....	100	
A 180 m. ....	50*	
Golf. Campos .....	100	
Gimnasios (ver deportes individuales)		
Exhibiciones y competiciones .....	500	
Ejercicio general, recreativo .....	300	
Vestuarios y duchas .....	200	
Rugby y Rugby americano		
Clase I .....	1000	
Clase II .....	500	
Clase III .....	300	
Clase IV .....	200	
Clase V .....	100	
Hockey sobre hierba .....		200
Hockey sobre hielo interior		
Colegios y profesionales .....		1000
Aficionados .....		500
Recreativo .....		200
Juego de la herradura		
Lo mismo que para el Croquet.		
Patinaje		
Pistas de competición (interiores o exteriores) .....		100
Estanques o lagos iluminados .....		10
Piscinas		
Bajo el agua, piscina cubierta .....		1000**
Bajo el agua, piscina al aire libre .....		600**
Alumbrado general del recinto .....		100
Balónmano		
Campeonato .....		500
Club .....		300
Recreativo .....		100
Campos de juego .....		50
Pistas de carreras		
Caballos, automóviles, motocicletas, bicicletas .....		200
Canódromo .....		300
Tiro con rifle		
Sobre el blanco .....		1000*
Puesto de tirador .....		200
Recorrido .....		100
Fútbol (ver Rugby)		
Roque		
Lo mismo que balonvolea.		
Tejo		
Lo mismo que el croquet.		
Tiro al plato		
Sobre el blanco a 20 m. ....		300*
Puesto de tiro, general .....		100
Pistas de entrenamiento de esquí .....		300
Pelota suave (Softball)	En el	fuera del
	campo	campo
Profesionales y campeonatos .....	500	300
Semiprofesionales .....	300	200
Liga Industrial .....	200	150
Recreativo .....	100	70
Balonvolea		
Competición .....		200
Recreativo .....		100
Tiro de pluchón		
Sobre el blanco a 30 m. ....		300*
Puesto del tirador, general .....		100
Tenis		
	Int.	Ext.
Competiciones .....	500	300
Club .....	300	200
Recreativo .....	200	100
		De mesa
		500
		300
		200

\* Vertical.

\*\* Lúmenes de lámpara por metro cuadrado de superficie.

## PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Paso 2. Determinación del tipo y emplazamiento de los proyectores

Los proyectores se dividen en siete tipos según la apertura o *dispersión del haz*, que se define como el ángulo comprendido entre las dos direcciones en que la intensidad luminosa es el 10% de la máxima que existe cerca o en el centro mismo del haz.

DESIGNACIONES DE LAS LUMINARIAS DE PROYECTORES PARA EXTERIOR *						
Abertura del haz en grados	Tipo NEMA	Eficacias mínimas (tanto por ciento)				
		Lámparas Incandescentes		Lámparas de mercurio		Lámparas fluo- rescentes
		Area efectiva del reflector (cm <sup>2</sup> )				
		Menor de 1.464	Mayor de 1.464	Menor de 1.464	Mayor de 1.464	Cualquiera
10 hasta 18	1	34	35	..	..	20
18 hasta 29	2	36	36	22	30	25
29 hasta 46	3	39	45	24	34	35
46 hasta 70	4	42	50	35	38	42
70 hasta 100	5	46	50	38	42	50
100 hasta 130	6	..	..	42	46	55
130 y más	7	..	..	46	50	55

\* Tomado de la National Electrical Manufacturers' Association, 155 East 44 th Street, New York, New York 10017, Publicación FL1-1964.

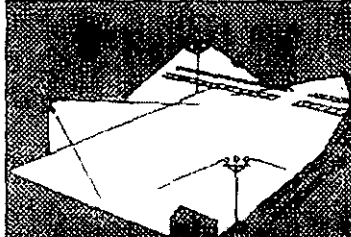
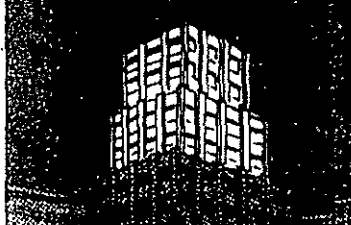
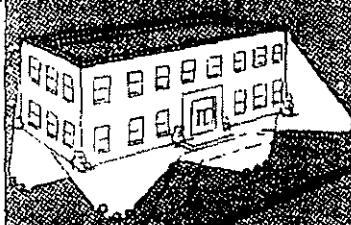

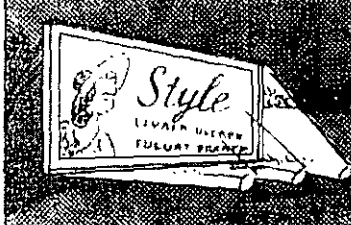
Los proyectores de haz asimétrico pueden designarse combinando las denominaciones de los tipos que indican las aberturas horizontal y vertical del haz; por ejemplo, un proyector con una apertura horizontal de haz de 75° (tipo 5) y un haz vertical de 35° (tipo 3) se designará como un proyector del tipo 5 x 3.

La *eficacia de un haz* se define como la relación en tanto por ciento entre los lúmenes del haz y los lúmenes de la lámpara, siendo los *lúmenes del haz* los que están contenidos dentro de la apertura del haz.

Aunque la elección de la apertura del haz para una aplicación determinada depende de las circunstancias particulares, deberán aplicarse los siguientes principios generales:

1. Cuanto mayor sea la distancia desde el proyector a la zona a iluminar, más estrecha será la apertura del haz deseada.
2. Dado que por definición la intensidad luminosa en el borde del haz de un proyector es el 10% de la que hay en el centro del mismo, el nivel de iluminación en el borde será 1/10 o menos del que existe en el centro. Para obtener una uniformidad razonable de iluminación, los bordes de los haces de los proyectores individuales han de solaparse, lo mejor posible en la superficie que ha de ser iluminada.
3. El porcentaje de lúmenes del haz que caen fuera de la zona a iluminar es generalmente inferior con unidades de haz estrecho que con las de haz ancho. Así pues, los proyectores de haz estrecho son preferibles siempre que proporcionen el grado necesario de uniformidad y el adecuado nivel luminoso.

APLICACIONES TÍPICAS DE PROYECTORES

Aplicación	Emplazamiento del equipo	Clase de equipo
	<p>En el borde de la zona y colocados tan altos como sea posible. La distancia entre equipos no debe ser superior a cuatro veces la altura del montaje.</p>	<p>Preferible: Cerrado de campo. Variante: Cerrado de servicio general Servicio duro Tipo 4, 5 ó 6</p>
	<p>Inmediatamente por debajo y por dentro del parapeto con que se ocultan (distancia de la fachada del edificio al proyector máxima).</p>	<p>Preferible: Servicio. Variante: Cerrado de servicio general Lámparas proyectoras (si el alcance vertical requerido es corto). Tipo 3, 4 ó 5.</p>
	<p>En baterías emplazadas adecuadamente. Una batería normalmente deberá cubrir un área cuya altura y longitud no sea mayor que la distancia del proyector al edificio.</p>	<p>Preferible: Servicio duro. Variante: Cerrado de servicio general Tipo 1, 2, 3 ó 4.</p>
	<p>En el borde de la zona, sin perturbar el tráfico. Altura de montaje mínima —6 m.</p>	<p>Preferible: Cerrado de campo. Variante: Lámparas proyectoras. Tipo 5 ó 6.</p>
	<p>Sobre el suelo de 1,50 a 7,50 m. de distancia de la superficie a iluminar, oculto por setos, estructuras bajas o elevaciones naturales.</p>	<p>Preferible: Servicio duro. Variante: Cerrado de servicio general. Lámparas proyectoras Tipo 3, 4, 5 ó 6.</p>

El emplazamiento de los proyectores viene determinado generalmente por el tipo de aplicación y por el contorno físico. Si la zona es grande, se pueden requerir torres individuales o postes espaciados a intervalos regulares para iluminarla uniformemente; las zonas más reducidas pueden necesitar una sola torre con todos los proyectores concentrados en ella, o bien pueden utilizarse los edificios adyacentes para su emplazamiento. La tabla adjunta ayudará a seleccionar el equipo correcto y su colocación adecuada para determinadas aplicaciones del alumbrado con proyectores.

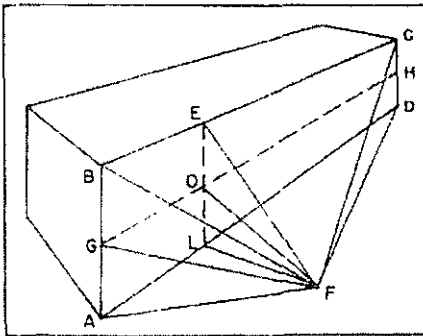
Al estudiar cualquier sistema de alumbrado por proyectores, es importante que la luz se controle convenientemente. Una luz fuerte dirigida paralelamente a una carretera o ferrocarril puede ser una peligrosa fuente de deslumbramiento para el tráfico, y la luz proyectada de cualquier manera sobre las propiedades contiguas puede suponer una grave molestia.

## PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

### Paso 3: Determinación del coeficiente de utilización del haz

Para determinar el número de proyectores necesarios para traducir un determinado nivel de iluminación en una situación dada, es preciso conocer el número de lúmenes del haz del proyector y el porcentaje de los mismos que incide sobre la zona a iluminar. Los primeros se obtienen de los catálogos de los fabricantes. La relación entre los lúmenes incidentes sobre la superficie a iluminar y los lúmenes del haz se llama *coeficiente de utilización del haz* (C B U, del inglés Coefficient of Beam Utilization) en los casos en que la zona esté iluminada uniformemente, el CBU medio de la instalación es siempre menor que 1,0.

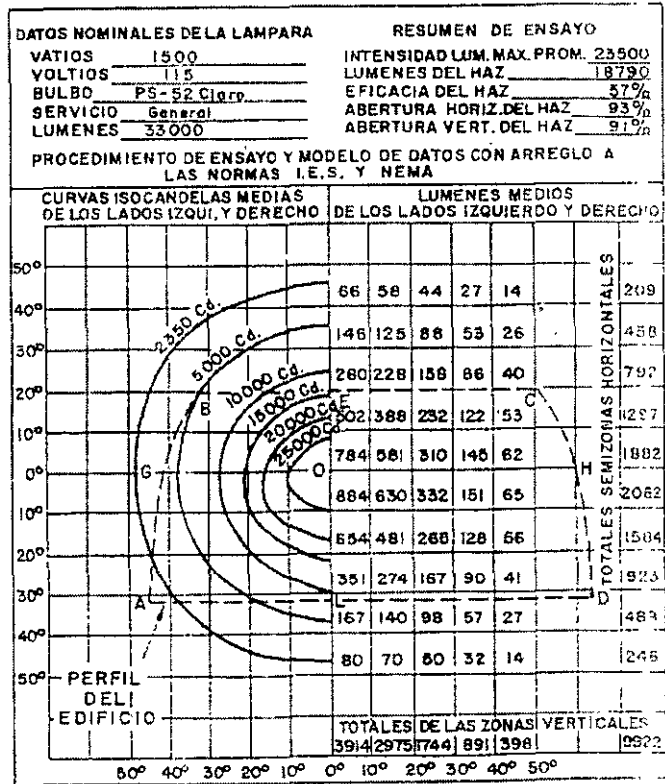
El coeficiente de utilización del haz para cualquier proyector individual depende de su emplazamiento, del punto al que se enfoca y de la distribución de luz dentro del haz. En general, puede decirse que el CBU medio de todos los proyectores de una instalación debe estar comprendido entre 0,60 y 0,90. Si el número de lúmenes del haz utilizados fuese inferior al 60%, es señal de que se puede encontrar un plan de alumbrado más económico con emplazamientos diferentes o utilizando proyectores de haz más estrecho. Por otro lado, si el CBU es superior a 0,90, es probable que el haz seleccionado sea demasiado estrecho, y la iluminación resultante resulte muy concentrada. La determinación precisa del valor del CBU sólo es posible después de haber seleccionado los puntos a los que ha de dirigirse la luz. Sin embargo, se puede estimar un CBU por experiencia o haciendo el cálculo para diversos puntos posibles de visión y tomando el valor promedio así obtenido.



SI: EO = OL = 25  
AL = FL = 40  
LD = 80

ENTONCES: ANGULO LFO = 32°  
EFO = 19°  
BFE = 32°  
GFO = 41°  
AFL = 45°  
CFE = 51°  
HFO = 60°  
DFL = 64°

EL CBU DEL PROYECTOR EN FES  
APROXIMADAMENTE DE 0,81



Para hacer dichos cálculos, la zona iluminada se superpone en la cuadrícula fotométrica y se determina la relación entre los lúmenes comprendidos en este área y los lúmenes totales del haz. Todas las líneas horizontales sobre un edificio (o las líneas rectas sobre una zona del suelo paralelas a una línea perpendicular al eje del haz) aparecen como líneas horizontales rectas sobre la cuadrícula si el proyector se orienta de tal manera que el eje de su haz sea perpendicular

a una línea horizontal sobre la fachada del edificio. Todas las líneas verticales, excepto la de intersección con el eje del haz, aparecen ligeramente curvadas.

Paso 4. Estimación del factor de conservación

La eficacia del alumbrado resulta gravemente perjudicada por la degradación de las lámparas y por la suciedad sobre las superficies reflectoras y transmisoras del equipo. Para compensar la disminución gradual de la iluminación en una zona alumbrada por proyectores, se ha de aplicar en los cálculos un factor de conservación que tenga en cuenta lo siguiente:

1. Pérdida de emisión luminosa debida a la suciedad depositada en la lámpara, el reflector y la tapa de vidrio. En condiciones análogas, los proyectores cerrados presentan una mejor conservación de la eficacia que los abiertos, ya que la cubierta de vidrio protege tanto al reflector como a la lámpara de la acumulación de polvo.
2. Pérdida de la emisión luminosa de la lámpara a lo largo de su vida. Debido a que una parte de luz debe pasar a través del bulbo más de una vez antes de abandonar finalmente el proyector, el ennegrecimiento del bulbo también reduce su eficacia. La reducción de los lúmenes del haz es de cerca del doble de la reducción de la emisión luminosa de una lámpara desnuda.

Los factores de conservación se estiman normalmente entre 0,65 y 0,85.

Sin embargo, en atmósferas sucias, cuando las luminarias no se limpian frecuentemente o cuando las lámparas sólo se sustituyen al fundirse, una apreciación realista de las condiciones de funcionamiento requerirá el uso de factores de conservación considerablemente más bajos. También se deberán tener en cuenta las diferencias en el mantenimiento de la emisión luminosa de los distintos tipos y tamaños de lámparas.

Con proyectores de haz estrecho, la suciedad acumulada en el reflector y en la tapa de vidrio tiende a hacer mayor la abertura del haz, reduciendo más la potencia máxima en candelas que la emisión luminosa total. Así, cuando se ilumina una zona pequeña utilizando sólo la parte central del haz (por ejemplo, una diana para tiro con arco de 1,20 m. a 5,5 m. de distancia), el porcentaje de lúmenes del mismo que incide sobre la diana una vez que la luminaria se ha ensuciado es menor que cuando está limpia. De esta forma la degradación de la intensidad luminosa será mayor que la disminución de la emisión total de luz, lo que habrá de tenerse en cuenta al seleccionar el factor de conservación.

Paso 5. Determinación del número de proyectores requeridos

$$\text{Número de proyectores} = \frac{\text{Zona} \times \text{Nivel luminoso}}{\text{Lúmenes del haz} \times \text{CBU} \times \text{FM}}$$

*Zona:* Superficie a iluminar en m<sup>2</sup>.

*Nivel luminoso:* El recomendado en la tabla que se da en el paso 1.

*Lúmenes del haz:* Los que figuren en el catálogo del fabricante del equipo a utilizar. Cuando las lámparas incandescentes funcionan a tensión distinta de la normal, los lúmenes del haz varían y por tanto también el número de proyectores requerido. El aumento de emisión luminosa al trabajar con un exceso de tensión de un 5 ó 10%, viene indicado en la página 196. Para desviaciones inferiores respecto a la tensión nominal, ver las curvas de la página 37.

*CBU:* Coeficiente de utilización (ver paso 3.)

*FM:* Factor de mantenimiento o conservación (ver paso 4).



### Paso 6. Comprobación de la uniformidad en el área cubierta

Tras haber realizado un primer cálculo teórico (pasos 1 a 5) la uniformidad puede verificarse mediante el cálculo de la intensidad luminosa en unos cuantos puntos. Esto puede hacerse por el método "Punto por punto", descrito en el capítulo 6, usando una curva de distribución luminosa o un diagrama isocandela. Si se comprueba que la uniformidad no es satisfactoria, puede que sea preciso instalar más proyectores.

## APLICACIONES

### Edificios y monumentos

La iluminación de edificios o monumentos con proyectores es fundamentalmente un problema estético, y cada caso ha de estudiarse por separado. En algunas circunstancias, especialmente en edificios pequeños funcionales o en edificios grandes pero que no poseen especiales características arquitectónicas, lo más adecuado es una iluminación uniforme, para crear una apariencia de brillo uniforme sobre toda la fachada de un edificio, generalmente es necesario aumentar el brillo de manera apreciable en las partes altas. Un brillo alto en la parte superior de un edificio aumenta su altura aparente.

Con edificios de tipo clásico o de carácter arquitectónico especial, la iluminación uniforme puede frustrar a veces el propósito del alumbrado, que debe tender a la conservación y realce de su aspecto arquitectónico. Los edificios se proyectan primordialmente para su contemplación a la luz del día, es decir, con la luz viniendo de arriba. Este efecto es casi imposible de reproducir a base de proyectores, que deben instalarse en sitios cercanos y generalmente a una altura no superior a la del edificio. Sin embargo, con frecuencia es posible conseguir un resultado agradable e interesante, aunque bastante diferente del aspecto que tiene con la luz natural. Las sombras son esenciales para el relieve, y los contrastes de los niveles de brillo, o a veces de color, puede utilizarse con ventaja para hacer resaltar detalles importantes y suprimir otros. El detalle escultórico o arquitectónico requiere particular cuidado en su tratamiento para evitar relieves o sombras grotescas que pueden alterar completamente el aspecto concebido por el arquitecto o el artista.

### Excavación y construcción

Aproximadamente se requieren 35.000 - 40.000 lúmenes totales proporcionados por uno, dos o tres proyectores, por cada 465 m<sup>2</sup> de zona excavada o por cada 93 a 186 m<sup>2</sup> de zona de construcción. Generalmente es mejor instalar proyectores en grupos de dos o más sobre postes de madera o torretas de 12 a 21 m. de altura sobre el suelo. Se debe usar un mínimo de dos postes, y bastantes más cuando los trabajos sean mayores, de forma que cualquier punto de trabajo quede cubierto por dos o tres baterías de proyectores. El espacio de separación entre postes puede variar desde 1,5 a 3 veces la altura de montaje, y en grandes proyectos se puede llegar a 5 veces la altura de montaje. Cuando se utilicen palas o grúas, es aconsejable instalar un proyector sobre el pescante.

### Color

El color puede suministrarse en las instalaciones con proyectores de distintas maneras. Generalmente puede disponerse de tapas de vidrio de color ambar, azul y rojo que reemplacen a los vidrios normales en los proyectores cerrados, o bien se pueden colocar los proyectores en el interior de un hueco hecho a propósito, cuya abertura esté cubierta con un filtro coloreado. Cuando se requieren menores cantidades de luz coloreada, se pueden emplear las lámparas PAR 38 COLORTONE de 100 vatios (rojas, rosas, amarillas, verdes, azules o blanco-azuladas), o las R-40 de vidrio duro de 300 o de 500 vatios con una lente de color. Cualquier filtro de color absorbe una gran cantidad de luz, y una pérdida ha de tenerse en cuenta al proyectarse las instalaciones. En los filtros de color comerciales típicos se encuentran los valores de transmisión aproximados que siguen: ambar, 40 a 60%; rojo, 10 a 20%; verdes 5 a 20%; y azul 3 a 10%.

Aunque por lo general se requiere menos cantidad de luz coloreada que blanca para una misma eficacia anunciante o decorativa, es necesario que se determine experimentalmente la cantidad exacta de luz coloreada necesaria para cualquier aplicación específica.

Proyectores con lámparas de vapor de mercurio

La alta emisión luminosa, la economía de servicio y la larga vida de las lámparas de mercurio claras y revestidas de fósforo las hacen apropiadas para muchas aplicaciones en proyectores. Las lámparas claras de mercurio son preferibles cuando se requiere un control del haz más exacto, y su color característico verde-azulado añade un efecto decorativo interesante para el alumbrado de árboles, césped y arbustos. En los aparcamientos, estaciones de servicio, fachadas de edificios, campos de juego e instalaciones generales de alumbrado con proyectores, es preferible la mayor fidelidad al color que proporcionan las lámparas fluorescentes de mercurio de tipo COLORTONE (alta emisión, blanca, blanca normal, o blanca de lujo). (Ver capítulo 3).

Otras fuentes de luz

La lámpara de bulbo incandescente es aún muy útil para el alumbrado con proyectores de zonas, edificios y zonas deportivas, por su eficacia en producir un buen control del haz. Sin embargo, muchas instalaciones nuevas utilizan lámparas de mercurio, como se dijo anteriormente, o tipos más modernos como las lámparas de halógeno de tungsteno (cuarzo iodo) de haluro metálico (aditivo) de mercurio o lámparas de sodio de alta intensidad (CERAMALUX).

ALUMBRADO DEPORTIVO

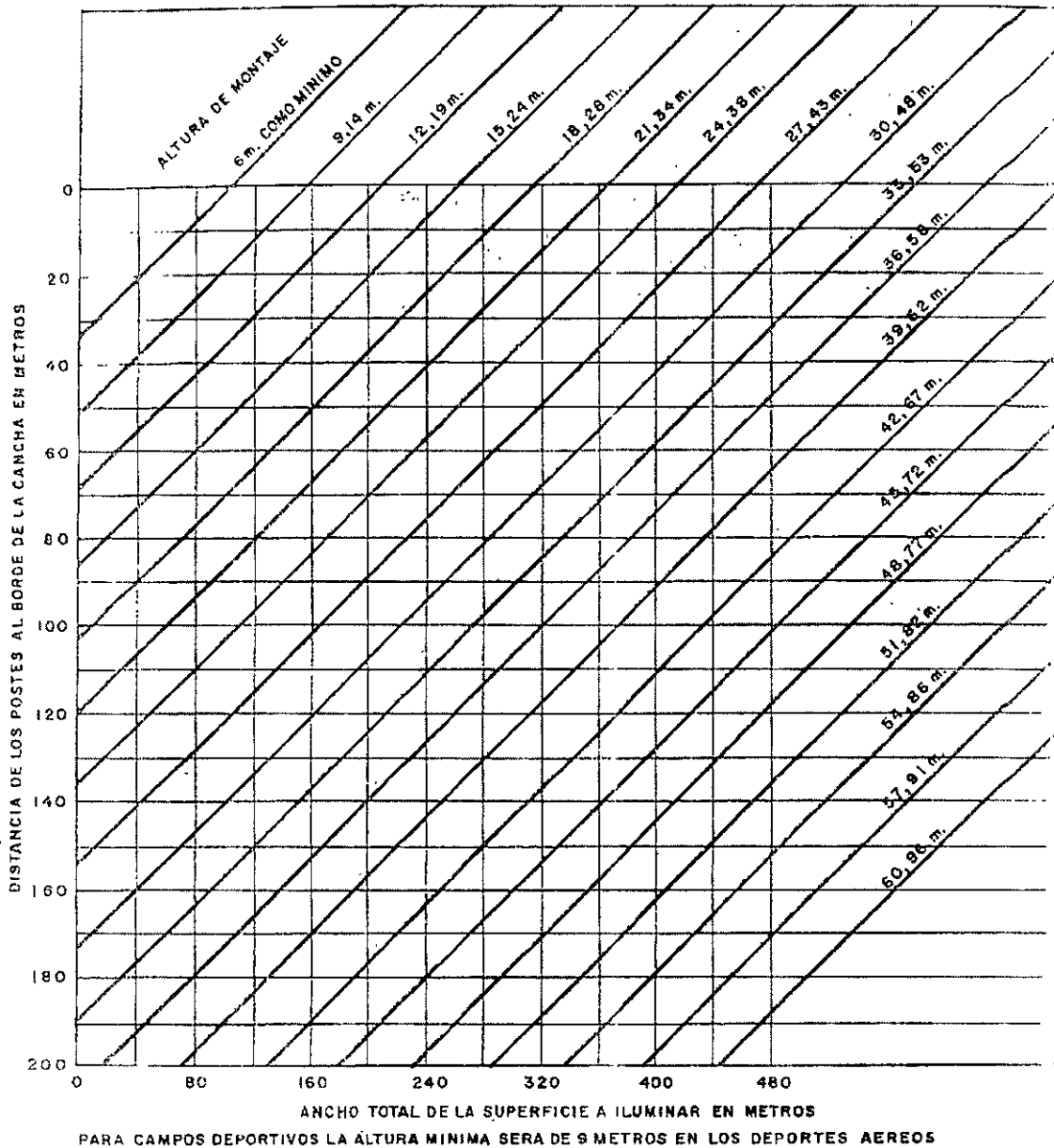
El nivel de iluminación requerido para una determinada instalación de alumbrado deportivo depende de muchos factores, entre los que se cuentan la naturaleza general de la tarea visual a realizar, la velocidad de acción, la habilidad de los jugadores, y el número de espectadores y su distancia al campo de juego. Cuanto mayor sea la distancia desde el campo de juego a los asientos más alejados, mayor será la iluminación requerida para que los espectadores puedan seguir las incidencias del juego. En algunos casos la iluminación requerida para los espectadores es mucho mayor que para los jugadores. Las consideraciones económicas son también importantes. Los niveles luminosos dados en la lista de la página 188 y en las tablas siguientes, están recomendados por la *Illuminating Engineering Society* como *mínimos* para una buena práctica, tomando en consideración todos los factores. Excepto en los casos en que se especifique de otra manera, estos son niveles luminosos horizontales mantenidos, medidos sobre el terreno de juego para los deportes que se practican sobre él y en un plano a unos 90 cm. sobre el suelo para los deportes "aéreos", en los que la acción no se desarrolla precisamente sobre el terreno de juego. La uniformidad es de gran importancia, la relación entre el nivel luminoso máximo y el mínimo debe ser de 3 a 1 para los deportes "aéreos" en que la acción sea muy rápida.

En ciertas instalaciones deportivas en las que el alumbrado se usa menos de 500 horas al año, es económico usar lámparas de vida corta o bien lámparas de filamento normales a tensiones

PROMEDIOS APROXIMADOS PARA LAMPARAS DE FILAMENTO TIPO DE 1.000 Y 1.500 W			
Tensión	Luz	Potencia	Vida
Nominal	100%	100%	100%
5% por encima de la nominal	117%	108%	50%
10% por encima de la nominal	135%	116%	30%

superiores a la nominal, con lo que se reduce el coste de energía y el número requerido de proyectores. Para menos de 200 horas por temporada se recomienda usar lámparas de servicio general con una sobretensión de un 10%. Cuando la instalación se usa entre 200 y 500 horas al año es preferible hacer trabajar las lámparas de servicio general a una sobretensión del 5%.

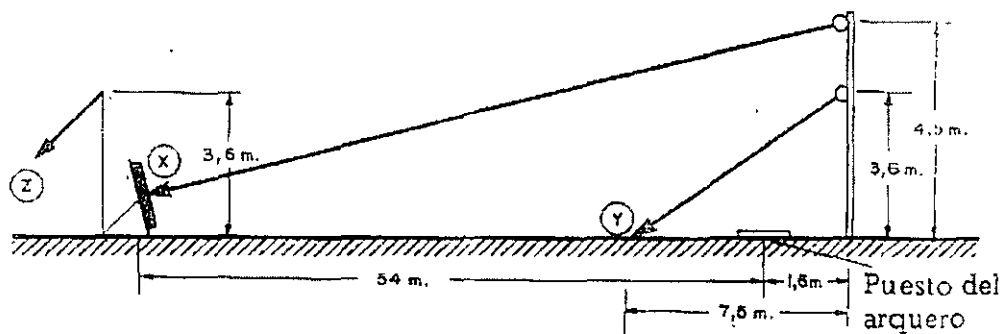
## PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES



Naturalmente, los proyectores deben instalarse y dirigirse de tal manera que causen el menor deslumbramiento posible a jugadores y espectadores. Las alturas de montaje mínimo para conseguirlo se dan en el diagrama adjunto. Por ejemplo, para una zona iluminada de 36 metros de ancho, con postes a 24 metros detrás del borde del campo, la diagonal que pasa por la intersección de la línea de anchura de 36 metros con la línea correspondiente a una distancia al borde del terreno de juego de 24 metros, indica que la altura de montaje debe ser 21 metros.

Se pueden utilizar para el alumbrado deportivo proyectores cerrados o abiertos, aunque los cerrados se recomiendan preferentemente. Para un nivel luminoso dado suelen requerirse menos proyectores cerrados que los abiertos que se precisarían, debido al mayor control del haz y al mejor factor de conservación que proporcionan. Los valores precalculados que a continuación se dan para los distintos deportes producirán la iluminación prevista si se montan proyectores de alta calidad y se les hace trabajar en la forma recomendada. Una cierta difusión lateral del haz es aceptable cuando se montan varios proyectores sobre un poste único, con tal que la difusión media resultante sea aproximadamente la misma que la especificada.

TIRO CON ARCO

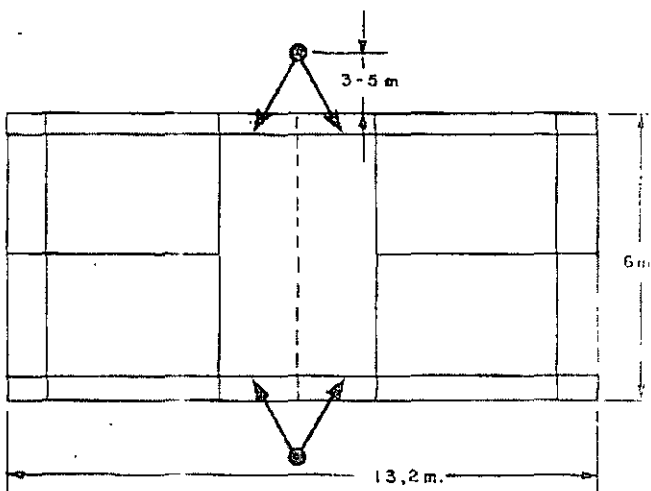


Postes: Uno por diana detrás del puesto del arquero y otro detrás de la diana.

BADMINTON

Postes: dos.

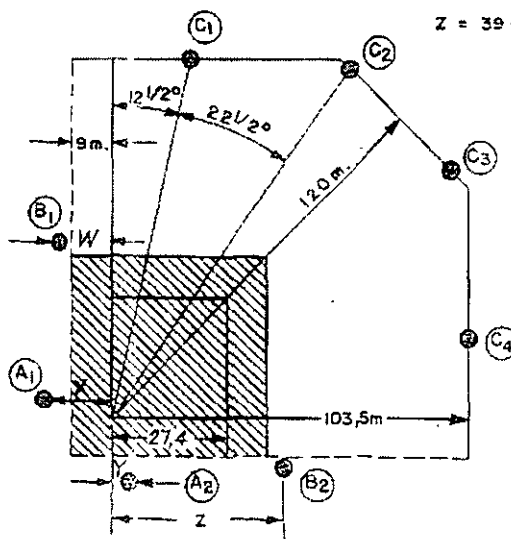
Altura de montaje: de 6 a 7,5 m.



PELOTA BASE (BASEBALL)

Distribución: Aproximadamente el 10% del total de los proyectores en cada poste "A" y "C"; el 20% en cada poste "B".

Disposición basada en una zona total de juego de 12.325 m<sup>2</sup>, incluyendo una faja de 9 m de anchura por fuera de cada línea de banda; zona interior (sombreada) 2.095 m<sup>2</sup>; zona exterior 10.230 m<sup>2</sup>.



W = 9 - 18 m  
 X = 12 - 24 m.  
 Y = 6 - 9 m.  
 Z = 39 - 54 m.

## PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Clase y nivel recomendados *	Proyectores			Lúmenes de la lámpara aprox. por unidad
	Apuntados a	Tipo	N.º por poste	
Competición 10 fc	X	1	2	23.000
	Y	5	1	23.000
	Z	5	1	6.000
Recreativo 5 ic	X	1	1	23.000
	Y	5	1	11.000
	Z	5	1	6.000

\* En la línea de tiro, y vertical sobre la diana.

Clase y nivel luminoso recomendado	Proyectores			Lúmenes de la lámpara aprox. o por cada unidad
	Tipo	N.º por poste	N.º total	
Recreativo 100 lux	5	2	4	17.000
	6 6	2	4	23.000

Clase	Nivel luminoso recomendado (lux)		Proyectores		Altura de montaje mínima
	En el campo	Fuera del campo	Tipo	N.º total **	
Liga mayor	150	100	3, 4 ó 5	1.000	120
AAA y AA	70	50	3, 4 ó 5	500	110
A y B	50	30	3, 4 ó 5	320	90
C y B	30	20	3, 4 ó 5	240	70
			6 4, 5 ó 6	320	
Semiprofesional y Municipal	20	15	3, 4 ó 5	160	70
			6 4, 5 ó 6	220	
Recreativo	15	10	3, 4 ó 5	120	70
			6 4, 5 ó 6	160	

\* A la cruceta del proyector más bajo.

\*\* Lámparas de filamento para servicio general 1.500 vatios, bulbo PS-52, trabajando con un 10 por ciento de sobretensión.

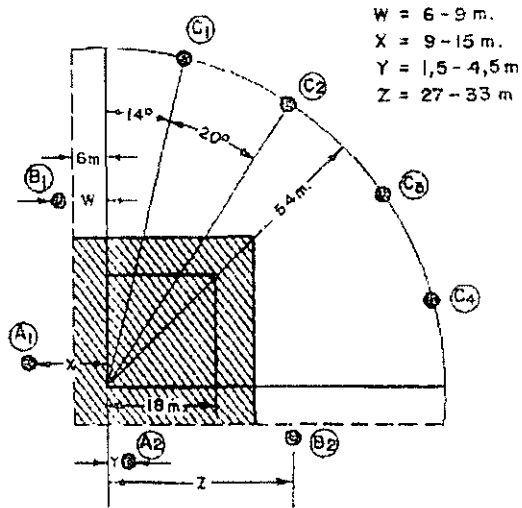
# MANUAL DEL ALUMBRADO

## PELOTA BASE - LIGA JUVENIL, CLASE I

Línea de base de 18 m. o menos

Distribución: Aproximadamente el 10% del total de los proyectores en cada poste "A" y "C" y el 20% en cada poste "B".

Proyectos basados en una zona total de juego de 3.074 m<sup>2</sup> incluyendo una faja de 6 m. de anchura por fuera de cada línea de banda; zona interior (sombreada) 929 m<sup>2</sup>; zona exterior 2.145 m<sup>2</sup>.

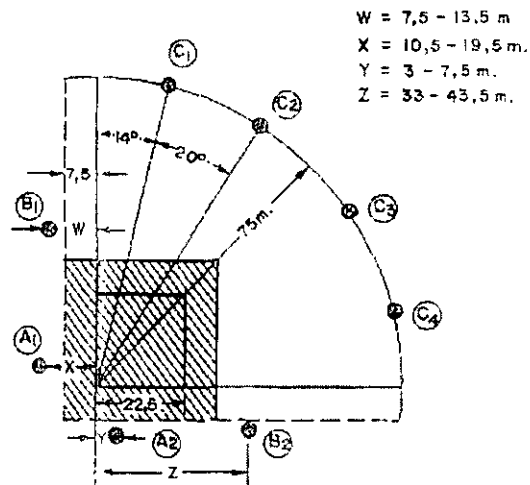


## PELOTA BASE - LIGA JUVENIL, CLASE II

Líneas de base entre 18 y 22,50 m.

Distribución: Aproximadamente el 10% del total de los proyectores en cada poste "A" y "C" y el 20% en cada poste "B".

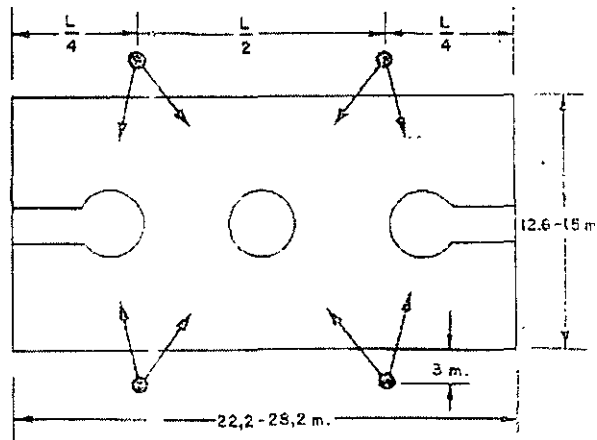
Proyectos basados en una zona total de juego de 5.780 m<sup>2</sup>, incluyendo una faja de 7,5 m. de ancho por fuera de cada línea de banda; zona interior (sombreada) de 1.451 m<sup>2</sup>; zona exterior 4.329 m<sup>2</sup>.



## BALONCESTO - AL AIRE LIBRE

Postes: cuatro por pista.

Altura de montaje: 9 m.



PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Nivel recomendado de lux		Proyectores	Altura mínima de montaje (m)*	
En el campo	Fuera del campo	Tipo	Postes A y B	Postes C
30	20	3, 4 ó 5	40	50

\* A la cruceta del proyector más bajo  
Lámparas:

Nivel recomendado (lux)		Proyectores	Altura mínima de montaje (m)*	
En el campo	Fuera del campo	Tipo	Tipos A y B	Postes C
30	20	3, 4 ó 5	50	60

\* A la cruceta del proyector más bajo.  
Lámparas: de 1.500 vatios, de servicio general, con bulbo PS-52, trabajando con un 10% de sobretensión.

Clase y nivel luminoso recomendado	Proyectores			Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
	Tipo	N.º de poste	N.º total	
Recreativo 100 lux	5	2	8	33.000
	6 ó 6	3	12	33.000

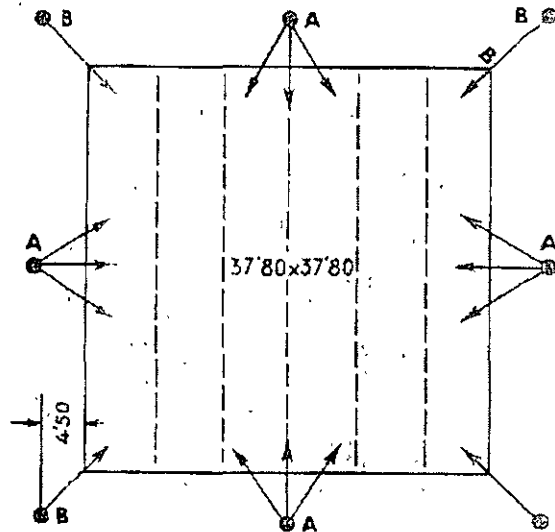
Lámparas: de servicio general 1.500 w con bulbo PS-52 trabajando a tensión nominal.

BOLOS sobre hierba

Postes: 8

Altura de montaje: mínima 7,50 m.

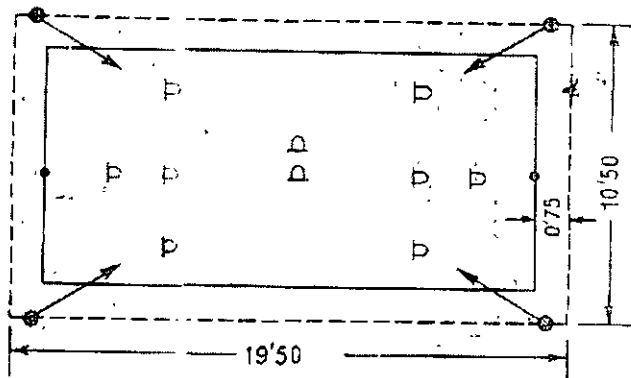
Lámparas: 33.000 lúmenes.



CROQUET

Postes: cuatro por pista.

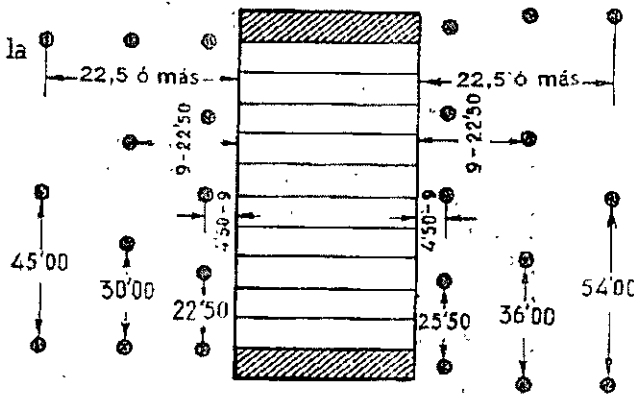
Altura de montaje: de 6 a 7,50 m.



FUTBOL

La distancia entre la línea de espectadores más alejada y la línea de banda más cercana (ver tabla) determina la iluminación requerida, pero se deberá tener en cuenta también el aforo. Cualquiera de los trazados de postes mostrados y cualquier separación longitudinal intermedia se consideran buenos. Las condiciones locales determinan la localización exacta del poste.

Altura de montaje: ver diagrama de la página 197.





PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Clase de juego	Proyectores				
	Nivel luminoso	Tipo	N.º de postes	Postes A	Postes B
Competición	10	5	8	6 ea.	2 ea.
Recreativo	5	5	8	3 ea.	1 ea.

Altura mínima de montaje: 7,50 m.

Lámparas: 33.000 lúmenes.

Clase y nivel luminoso recomendado	Proyectores			Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
	Tipo	N.º por poste	N.º total	
Competición 100 lux	5	1	4	23.000
	6 6	1	4	33.000
Recreativo 50 lux	5	1	4	11.000
	6 6	1	4	17.000

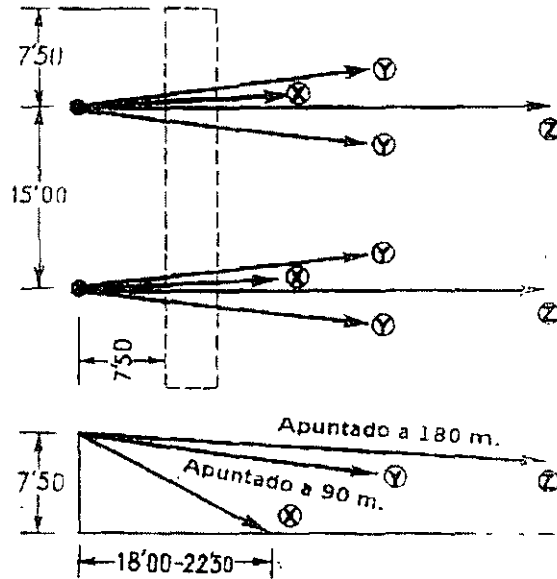
Clase de juego y nivel luminoso recomendado	Distancia de los postes a la línea de banda (m)	N.º de postes	Proyectores
			Tipo
I 100 lux	Más de 140	6	1 6 2
	100-140	6	2 6 3
II 50 lux	75-100	6	3
	50-75	8	3
III 30 lux	30-50	8	4
IV 20 lux	15-30	10	5
			6
V 10 lux	15-30	10	5
			6 6

Clase	Distancia de los espectadores más alejados del campo	N.º de localidades
I	Más de 100	Más de 30.000
II	50-100	10.000-30.000
III	30-50	5.000-10.000
IV	Menos de 30	5.000
V	Sin fijar	

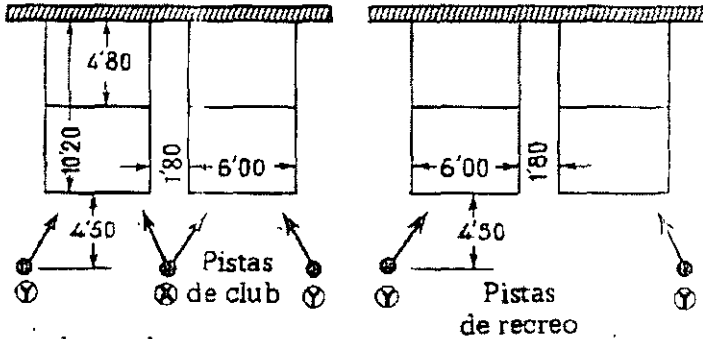
GOLF . SALIDAS

Postes: Uno por cada 15 m. de ancho de la salida. Mínimo 2 postes.

Altura de montaje: 7,50 m.



BALONMANO - AL AIRE LIBRE



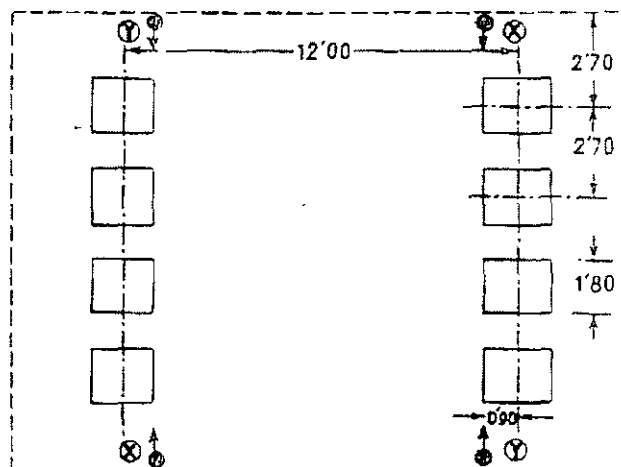
Postes: Para juego de club, tres por cada par de pistas.  
Para juego recreativo, dos por cada par de pistas.

Altura de montaje: Mínima de 7,50 m.

JUEGO DE LA HERRADURA

Postes: cuatro para 4 a 6 pistas de juego. Dos (solamente los postes "X") para 1 a 3 pistas de juego.

Altura de montaje: mínima 6 m.



PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Nivel recomendado		Proyectores			Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
En los "tees"	A 180 m.*	Punto de mira	Tipo	N.º por poste	
10	5	X	5	1	33.000
		Y	3	2	33.000
		Z	1	3	23.000

\* Vertical

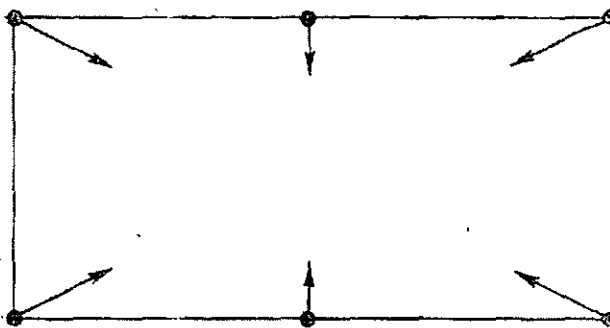
Clase y nivel recomendado (lux)	Proyectores				Lúmenes de lámpara aprox por unidad
	Tipo	N.º por poste		N.º total	
		X	Y		
Club 300 lux	5	6	3	12	23.000
	6 6	6	3	12	33.000
Recreativo 100 lux	5	.	2	4	23.000
	6 6	.	.	4	33.000

Clase y nivel recomendado (lux)	Proyectores					Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
	N.º de pistas	Tipo	N.º por poste		N.º total	
			X	Y		
Competición	4-6	5	1	1	4	33.000
100 lux	1-3	5	1	.	2	33.000
Recreativo	4-6	5	1	1	4	17.000
		6 6	1	1	4	23.000
50 lux	1-3	5	1	.	2	17.000
		6 6	1	.	2	23.000

PATINAJE SOBRE HIELO-EXTERIOR

Distancia entre postes: No más de cuatro veces la altura de montaje.

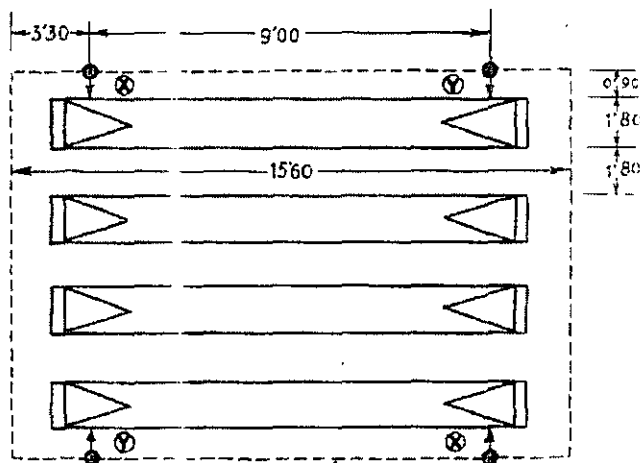
Altura de montaje: mínima 6 m.



JUEGO DE TEJO

Postes: cuatro para 4 a 6 pistas.  
Dos (solamente los postes "X") para 1 a 3 pistas.

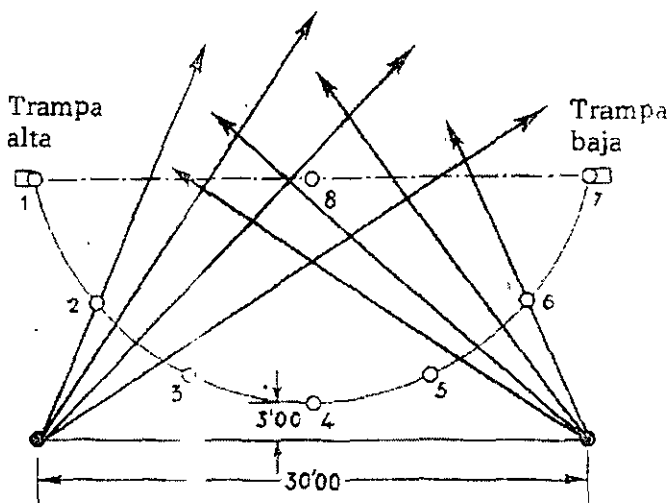
Altura de montaje: mínima 6 m.



TIRO AL PLATO

Postes: dos.

Altura de montaje: 7,50 m.



## PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Area	Nivel luminoso recomendado (lux)	Proyectores		Emisión luminosa de la lámpara por m <sup>2</sup>
		Tipo		
Pista	5	5 6 6		20 25
Estanque	1	5 6 6		4 5

El tamaño de la zona determina el número y la potencia de los proyectores.

Clase y nivel recomendado (lux)	N.º de pistas	Proyectores				Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
		Tipo	N.º por poste		N.º total	
			X	Y		
Competición	4-6	5 6 6	1 2	1 2	4 8	33.000 23.000
100 lux	1-3	5 6 6	1 2	. .	2 4	23.000 23.000
Recreativo	4-6	5 6 6	. .	1 1	4 4	17.000 23.000
50 lux	1-3	5 6 6	1 1	. .	2 2	17.000 23.000

Nivel luminoso recomendado (lux)		Proyectores			Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
Sobre el blanco -	En el puesto del tirador	Tipo	N.º por poste	N.º total	
30	10	2	4	8	33.000

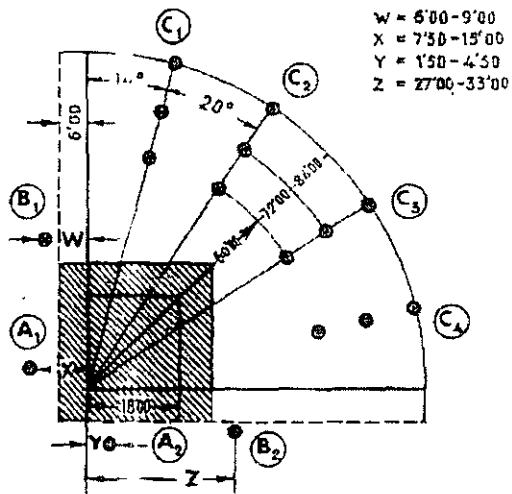
\* Superficie vertical a 18 m.

SOCCER - Ver FUTBOL -

PELOTA SUAVE (SOFTBALL)

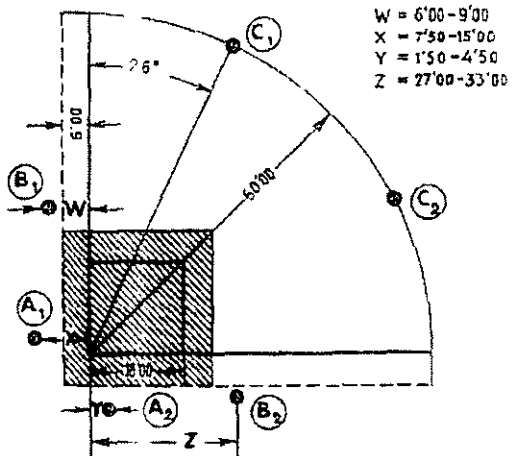
Disposición con ocho postes para partidos profesionales, de campeonato, semiprofesionales y liga industrial.

La zona total de juego incluye una faja de 6 m. de ancho por fuera de cada línea de banda.



Disposición con seis postes para juego de recreo.

El área total de juego incluye una faja de 6 m. de ancho por fuera de cada línea de banda.



PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

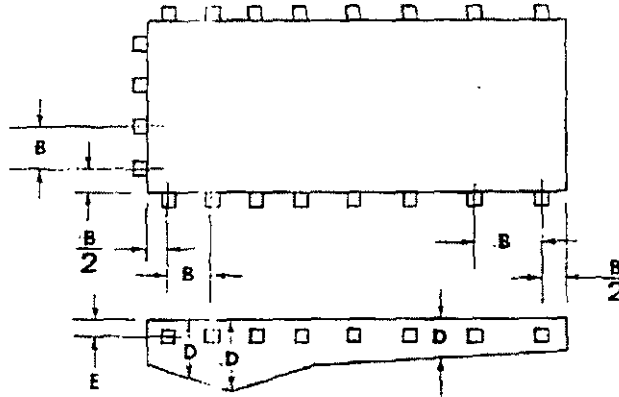
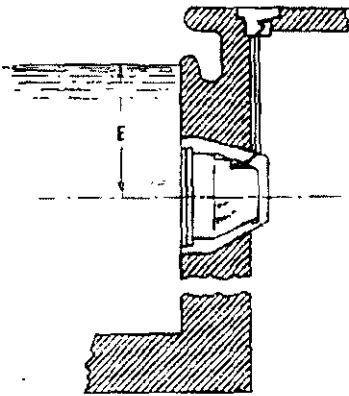
Clase y nivel luminoso recomendado	Dimensión del campo (m)	Proyectores					Altura mínima de montaje * (m)	
		Tipo	N.º de postes			N.º total **	Postes A y B	Postes C
			A	B	C			
Disposición con 8 postes								
Profesionales y campeonato en el campo 500 lux	280	3, 4 ó 5	14	30	18	160	50	60
fuera del campo 300 lux	240	3, 4 ó 5	14	20	13	120	50	60
Semi-profesionales	280	3, 4 ó 5 ó 4, 5 ó 6	8 10	18 28	14 18	108 148	40	55
	240	3, 4 ó 5 ó 4, 5 ó 6	8 10	14 22	10 12	84 112	40	50
en el campo 300 lux	280	3, 4 ó 5	6	14	10	80	35	50
fuera del campo 200 lux		ó 4, 5 ó 6	8	18	12	100		
		ó 6	10	24	15	128		
Liga industrial	240	3, 4 ó 5	6	10	7	60	35	45
		ó 4, 5 ó 6	8	12	9	76		
		ó 6	10	15	11	94		
en el campo 200 lux	200	3, 4 ó 5	5	7	5	44	35	40
fuera del campo 150 lux		ó 4, 5 ó 6	7	9	7	60		
		ó 6	9	12	9	78		
Disposición con 6 postes								
Recreativo	200	5 ó 6	3	4	5	24	35	40
En el c. 100 lux			4	5	6	30		
Fuera del c. 70 lux			5	7	8	40		

\* A la cruzeta del proyector más bajo.

\*\* Basado en las lámparas de 1.500 vatios de bulbo P5 52, de 45.000 lúmenes. También puede usarse lámparas de mercurio halógeno o de tungsteno

Nota: Pueden instalarse postes suplementarios para llevar los conductores alrededor de la línea en vez de a través del campo de juego.

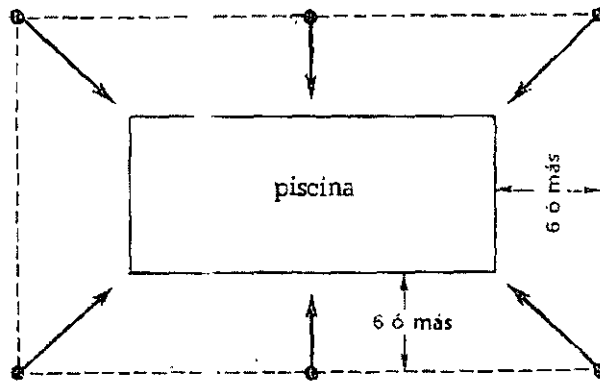
PISCINAS - PROYECTORES BAJO EL AGUA



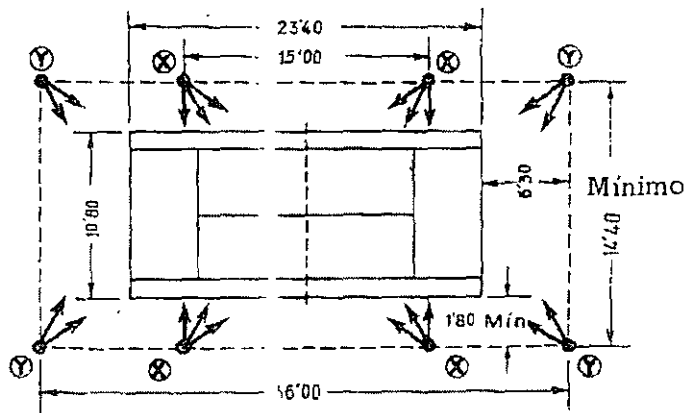
PISCINAS - ALUMBRADO DE SUPERFICIE

Distancia entre postes: no mayor de cuatro veces la altura de montaje.

Altura de montaje: mínima 6 m.



TENIS - UNA PISTA - EXTERIOR



Postes: Ocho para competiciones y juego de club.  
Para juego de recreo se eliminan los postes "Y", y los postes "X" se emplazan a una distancia de 18 m. en vez de 15 m

Altura de montaje: 9 m.



PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Emplazamiento de la piscina	Emisión luminosa de la lámpara por m <sup>2</sup> (lúmenes)	Lúmenes de la lámpara por unidad (aprox.)	Distancia B máxima (m)		E (cms. por debajo del nivel del agua)
			Para D mayor de 1.5 m	Para D menor de 1.5 m	
Interiores	100	9.900 a 33.000	12	15	18-24
Exteriores	60	3.780 a 8.000	8	10	12-15

Proyector de bulbo G trabajando a tensión nominal.

Nivel luminoso recomendado	Proyectores	Emisión luminosa por m <sup>2</sup> (lúmenes) *	Lúmenes de la lámpara por unidad (aprox.)
	Tipo		
10	5	35	11.000 a 33.000
	ó 6	50	

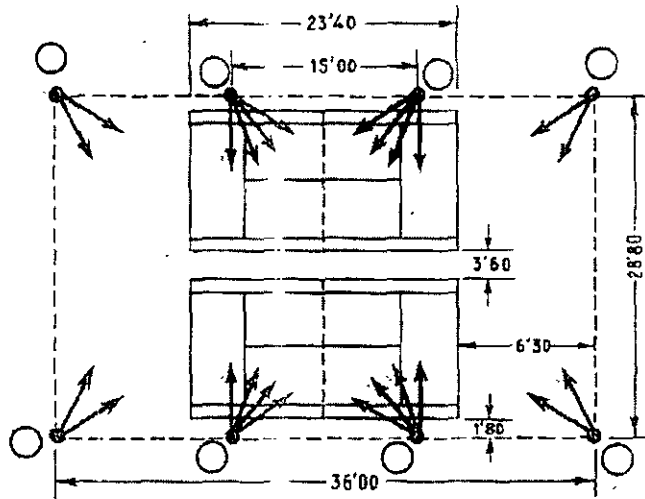
\* Se debe iluminar la piscina y los alrededores.

Clase y nivel luminoso recomendado	N.º de postes	Proyectores				Potencia de la lámpara *
		Tipo	N.º de poste *		N.º total *	
			X	Y		
Competición 300 lux	8	5	2	2	20	1.500
		ó 6	4	3	28	1.500
Clus 200 lux	8	5	2	1	12	1.500
		ó 6	3	2	20	1.500
Recreativo 100 lux	4	5	?	.	8	1.000
		ó 6	?	.	8	1.500

\* Basado en las lámparas de servicio normal de bulbo PS-52 trabajando a tensión nominal. Otras lámparas recomendadas son: de sodio-tungsteno de 1.500 w y la de mercurio de 1.000 vatios.

MANUAL DEL ALUMBRADO

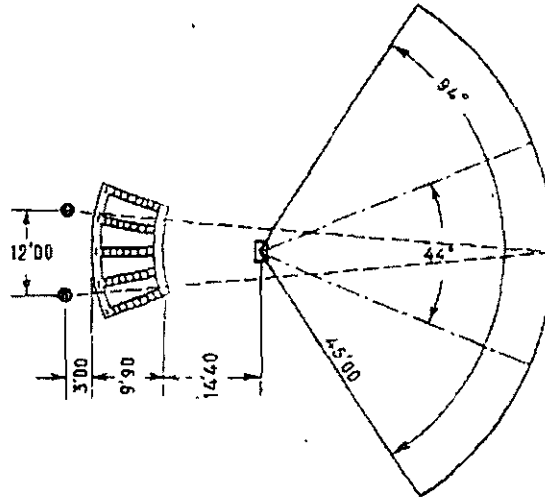
TENIS - DOS PISTAS



Postes: ocho o cuatro.  
 En la disposición de cuatro postes se eliminan los postes "Y", y los "X" se emplazan a 18 m en vez de a 15 m.

Altura de montaje: 9 m.

TIRO DE PICHON



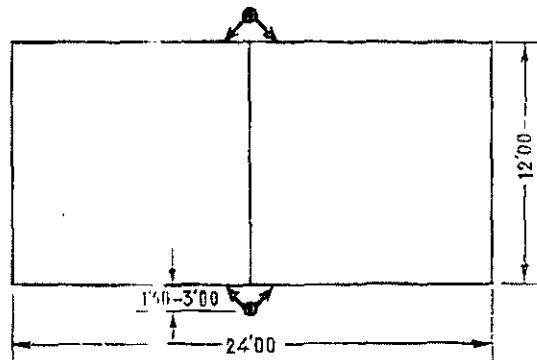
Postes: dos.

Altura de montaje: 6 m.

BALONVOLEA - AL AIRE LIBRE

Postes: dos por pista.

Altura de montaje: 9 m.



PROYECTO DE ALUMBRADO CON PROYECTORES

Clase y nivel luminoso recomendado	N.º de postes	Proyectores			
		Tipo	N.º por poste *		N.º total *
			X	Y	
Club 200 lux	8	5	4	2	24
		ó 6	5	3	32
Recreativo 100 lux	8	5	2	1	12
		ó 6	3	1	16
		5	3	.	12
		ó 6	4	.	16

\* Basado en lámparas de servicio general de 1.500 vatios con bulbo PS-52 trabajando a tensión nominal. Otras lámparas recomendadas son las de tungsteno-halógeno de 1.500 vatios y las de mercurio de 1.000 vatios.

Nivel luminoso recomendado (lux)		Proyectores			Lúmenes de lámpara por unidad (aprox.)
Sobre el blanco *	En el punto de fuego	Tipo	N.º por poste	N.º total	
30	10	2	4	8	45.000

\* En un plano vertical a 32 m.

Clase y nivel luminoso recomendado	Proyectores			Lúmenes aproximados por unidad
	Tipo	N.º por poste	N.º total	
Competición 200 lux	5	3	6	33.000
	ó 6	3	10	33.000
Recreativo 100 lux	5	2	4	33.000
	ó 6	3	6	33.000



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



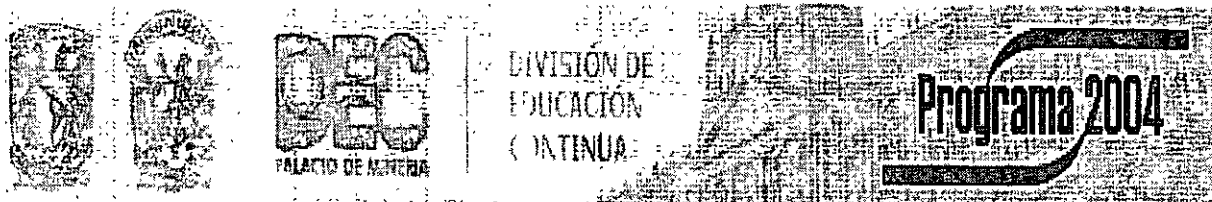
# **CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES**

TEMA:  
**"ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN"**

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

**DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**

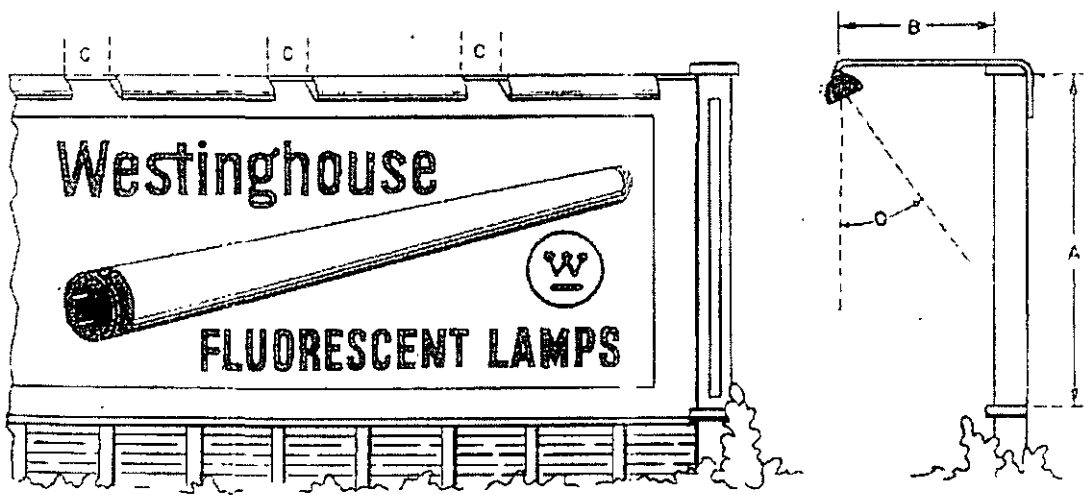


# CAPITULO XIV

## ALUMBRADO DE SEÑALIZACION

Los niveles de iluminación recomendados para este género de alumbrado vienen dados en la página 187. Las tablas que siguen dan los niveles luminosos medios aproximados que se deben obtener con los equipos de alumbrado de señalización que utilizan lámparas fluorescentes e incandescentes. Las longitudes de los brazos de soporte y las separaciones que dan proporcionan una variación de iluminación, de la máxima a la mínima, no mayor de 5 a 1,

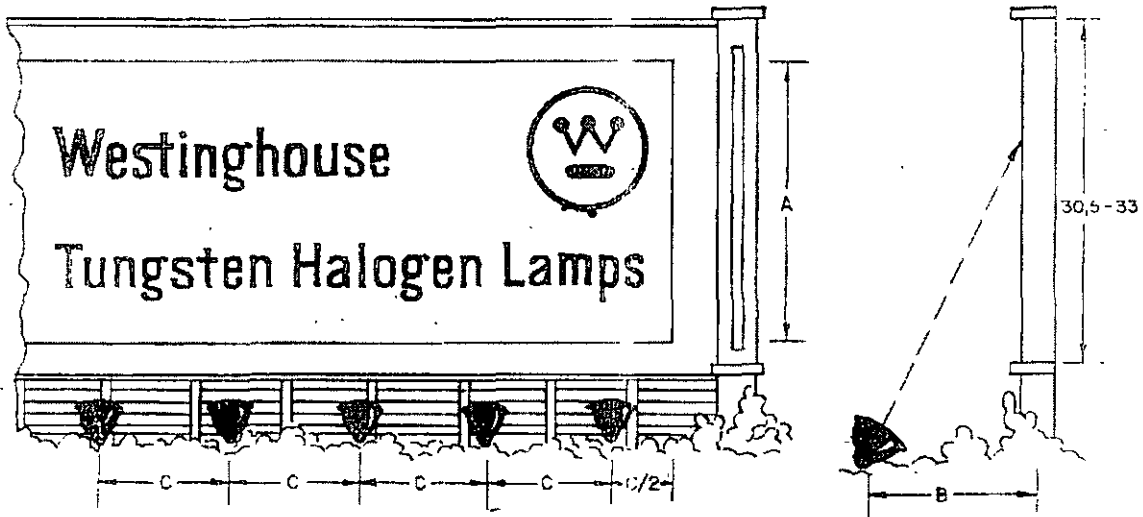
**ILUMINACION MEDIA MANTENIDA DURANTE EL SERVICIO  
LAMPARAS FLUORESCENTES T-12 DE 96" (BLANCO FRIO)  
EN UNIDADES PROYECTORAS CON REFLECTORES ESPECULARES**



Dimensiones (m)			Dirección ángulo $\theta$ (grados)	Nivel luminoso en lux *			
				Luminarias abiertas		Luminarias cerradas	
A	B	C		Lámparas de muy alta emisión 1.500 m A	Lámparas de muy alta emisión 800 m A	Lámparas de muy alta emisión 1.500 m A	Lámparas de muy alta emisión 800 m A
1,20	0,50	0,60	400	1050	750	1000	750
1,80	0,90	0,90	400	700	500	700	500
2,40	1,20	0,90	400	370	260	350	250
3,00	1,20	0,90	300	250	180	240	170
3,60	1,20	0,90	300	210	150	200	150
4,20	1,30	0,90	300	180	120	170	120
5,40	2,40	0,90	350	140	100	130	100

\* A 25°C de temperatura ambiente, sin corrientes de aire. La variación de temperatura y de velocidad del viento tiene gran influencia sobre la emisión luminosa de las lámparas fluorescentes, sobre todo en los tipos de elevado consumo. Ver capítulo III.

ILUMINACION MEDIA MANTENIDA DURANTE EL SERVICIO  
 POR LAS LAMPARAS DE HALOGENO-TUNGSTENO  
 EN PROYECTORES CERRADOS



RESULTADOS NORMALES

Dimensiones			Lámparas	Nivel luminoso (Lux)
A	B	C		
3,15-3,18 m	2,40 m	2,50 m	500 W	44-50

sobre la zona normalmente considerada útil para el anuncio. (Este excluye un borde aproximado de 1 pulgada de ancho por cada 30 cm. de dibujo.)

Los factores de conservación supuestos al preparar estas tablas fueron de 0,70 para las luminarias cerradas de lámparas fluorescentes, 0,60 para las unidades fluorescentes abiertas y 0,82 para las de halógeno tungsteno. Si la superficie a iluminar tiene un acabado especular se deberá montar el equipo de alumbrado en la parte baja del cartel, en vez de hacerlo en la parte superior, para evitar la posible dificultad de lectura del letrero debida al deslumbramiento reflejado. Todas las fuentes de luz deberán estar ocultas a la vista del observador. Para alumbrar carteles con equipos de proyectores normales, se emplearán los métodos descritos en el capítulo 13.

## LETREROS LUMINOSOS CON LAMPARAS DE FILAMENTO DESCUBIERTAS

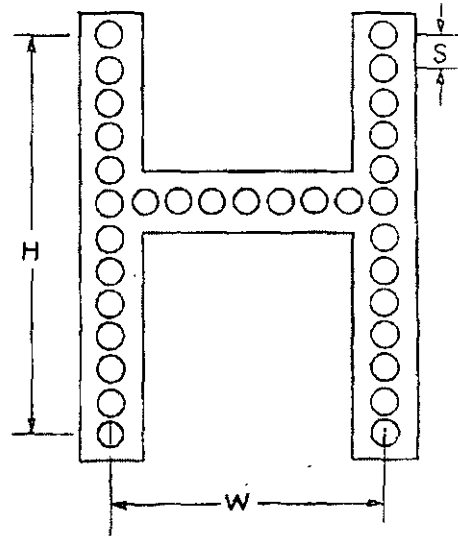
Para los letreros compuestos de lámparas de filamento desnudas, la distancia desde la que han de ser vistas y el brillo general del fondo determinan el tamaño mínimo de las letras o los elementos del diseño, y la adecuada potencia y separación de las lámparas para una buena legibilidad. Las siguientes relaciones son de uso corriente y ofrecen una guía general de las dimensiones más efectivas para letreros nocturnos.

Para letras compuestas por una sola hilera de lámparas:

$$H = \frac{\text{Distancia máxima de visión}}{250}$$

$$A = \frac{3H}{5}$$

$$S = \frac{\text{Distancia mínima de visión}}{1.500}$$

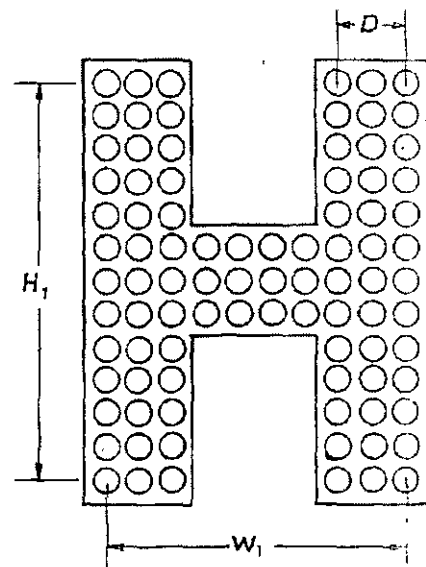


Las letras compuestas por más de una hilera de lámparas:

$$H_1 = \frac{\text{Distancia máxima de visión}}{250} + 6D$$

$$A_1 = \frac{3H_1}{5}$$

$$D = \frac{3H_1}{20}$$



Para emplazamientos con fondos muy claros, el espacio de separación debe disminuirse entre un 25 y un 30%, y se utilizarán lámparas de 25 a 40 vatios. En zonas de fondo de bajo brillo, las lámparas de 6 a 10 vatios resultan satisfactorias y en las de brillo medio, de 10, 15 ó 25 vatios. Los grandes letreros necesitan lámparas de mayor potencia. Las lámparas rojas, verdes y azules han de ser de potencia superior a la de las claras o de mateado interior, para tener una efectividad igual; las lámparas amarillas, naranjas y luz de día no necesitan tener mayor potencia.

Los letreros de lámparas desnudas pueden proyectarse para que resulten eficaces durante el día mediante el uso de fuentes de luz de alta intensidad luminosa, como las lámparas de bulbo PAR. Tales letreros son generalmente demasiado brillantes para dar buen resultado de noche, y deben estar provistos de algunos medios de reducir la tensión por lo menos del 50 % durante las horas de oscuridad.

### LETREROS DE FONDO LUMINOSO

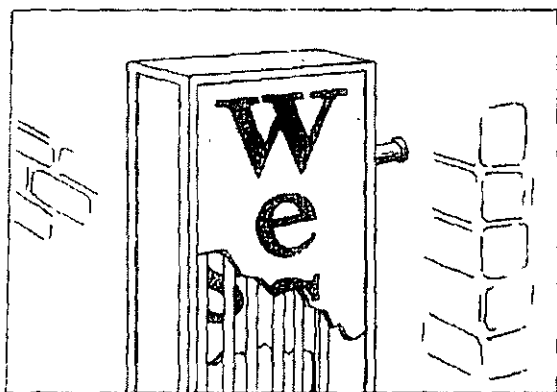
Muchos de ellos son esencialmente cajas de luz con una o dos caras de material traslúcido en el cual se han superpuesto letras opacas. El buen contraste entre el letrero y el fondo es esencial, pero un brillo del fondo demasiado alto produce un halo que aminora la anchura aparente de los rasgos de las letras, lo que se traduce en una pérdida de definición y de legibilidad. Los dibujos simples, atrevidos y las letras de molde de rasgos relativamente anchos resultan preferibles para este tipo de letreros, sobre todo si han de verse desde algunas distancia. Los valores de brillo recomendados van desde 100 a 350 mililamberts, dependiendo el brillo general de los alrededores.

$$\text{Brillo (mililamberts)} = \frac{\text{Flujo luminoso total de la lámpara (lúmenes)} \times \text{Eficacia} \times \text{Factor de conservación}}{\text{Área luminosa total (1) (metros cuadrados)}}$$

(1) Los dos lados, si el anuncio tiene doble cara.

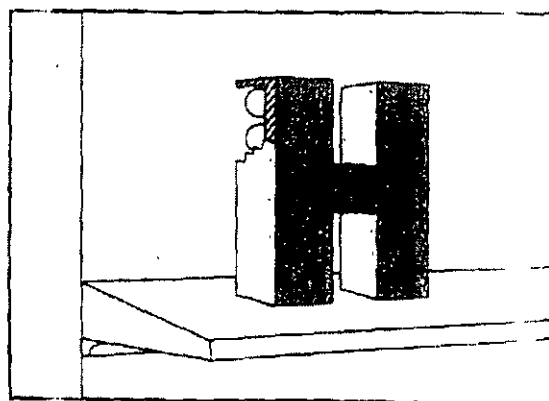
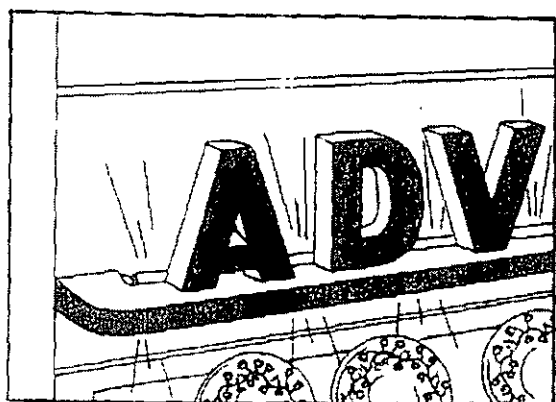
La *eficacia* de un elemento bien proyectado es normalmente del 60% si el letrero tiene una sola cara y del 80% si tiene dos.

El *factor de conservación* para condiciones normales es aproximadamente del 0,70.



El grado de uniformidad de brillo de un letrero luminoso cerrado depende de tres factores: las propiedades difusoras del material traslúcido utilizado, la reflectancia de las superficies interiores y la disposición de las lámparas. Con superficies reflectoras de interior blanco y un material traslúcido de buenas características difusoras se puede obtener una uniformidad satisfactoria de brillo, si la distancia entre las lámparas fluorescentes o hileras de lámparas no excede de dos veces la distancia desde las lámparas al frente del letrero. Para las de filamento, esta relación deberá reducirse al 1,5.

Las letras sueltas vistas sobre un fondo iluminado constituyen frecuentemente letreros de gran eficacia. El fondo puede ser un panel luminoso o una superficie opaca, como una pared, iluminada por una instalación de cornisa por encima o por debajo de las letras (ver capítulo 11) o por fuentes escondidas en la parte posterior de las propias letras, o por cualquier otro método. Las letras traslúcidas, las variaciones de brillo o color, o los fondos configurados pueden añadir variedad e interés a este tipo de letreros luminosos.







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

**"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001**



# **CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES**

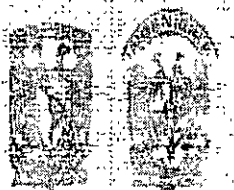
TEMA:

**"EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE  
ALUMBRADO PARA VIALIDADES Y EXTERIORES DE  
EDIFICIOS"**

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

**DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



DIVISIÓN DE  
EDUCACIÓN  
CONTINUA



**SECRETARIA DE ENERGIA****NORMA Oficial Mexicana NOM-013-ENER-1996, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-013-ENER-1996, EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA VIALIDADES Y EXTERIORES DE EDIFICIOS.

ODON DE BUEN RODRIGUEZ, Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) de la Secretaría de Energía, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracciones II y III; 40 fracciones X y XII y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 29 fracción III del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

**CONSIDERANDO**

Que el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 ha propuesto, entre sus objetivos fundamentales, la promoción de un crecimiento económico vigoroso, sostenido y sustentable en beneficio de los mexicanos.

Que para impulsar y alcanzar este objetivo fundamental, el Plan Nacional de Desarrollo identificó diversas estrategias prioritarias entre las cuales destacan el uso eficiente de los recursos, la aplicación de políticas sectoriales pertinentes y el despliegue de una política ambiental que haga sustentable el crecimiento económico.

Que para lograr las metas establecidas por estas estrategias será necesario propiciar un aumento sistemático de la eficiencia general de la economía, así como impulsar la actualización tecnológica.

Que como antecedente de la presente Norma se encuentra el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-1996, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios, publicado para comentarios en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de julio de 1996.

Que las reformas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de diciembre de 1994, delimitaron las facultades de la nueva Secretaría de Energía, mismas entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promuevan la eficiencia del sector energético

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.

Que el Programa Nacional de Normalización 1996, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de abril de este mismo año, contempla la expedición de diversas normas oficiales mexicanas cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos.

Que el programa de la Secretaría de Energía para 1996 considera el ahorro y uso eficiente de la energía como una de las prioridades de la política sectorial.

Que el Reglamento Interior de la Secretaría de Energía publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de junio de 1995, adscribió el ejercicio de la facultad de aprobar y emitir las normas oficiales mexicanas de eficiencia energética a la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, por sí o en conjunto con otras dependencias, por lo tanto se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-013-ENER-1996, EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA VIALIDADES Y EXTERIORES DE EDIFICIOS.

Para estos efectos, esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor doce meses después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 6 de marzo de 1997.- El Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Odón de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

### PREFACIO

La presente Norma fue elaborada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas, bajo la Coordinación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía y con la colaboración de los siguientes organismos y empresas:

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS  
PETROLEOS MEXICANOS  
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
LUZ Y FUERZA DEL CENTRO  
LABORATORIO DE ALUMBRADO PUBLICO DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA EN EL SECTOR ELECTRICO  
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA DE LA UNAM  
CAMARA NACIONAL DE MANUFACTURAS ELECTRICAS  
SOLA BASIC  
MANUFACTURERA DE REACTORES  
LUMISISTEMAS  
HOLOPHANE  
OSRAM DE MEXICO  
CAREAGA Y ASOCIADOS  
PHILIPS  
UNICORP

Esta Norma tiene como objeto establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de densidad de potencia eléctrica de alumbrado (DPEA), según se especifique, con los que deben cumplir las nuevas instalaciones de alumbrado público o alumbrado exterior en las diferentes aplicaciones que se indican en la presente Norma, con el propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficacia sin menoscabo de los requerimientos visuales.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-013-ENER-1996, EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA VIALIDADES Y EXTERIORES DE EDIFICIOS.

### CONTENIDO

- 1 OBJETIVO
- 2 CAMPO DE APLICACION
- 3 REFERENCIAS
- 4 DEFINICIONES
- 5 CLASIFICACION
- 6 ESPECIFICACIONES
- 7 METODO DE CALCULO
  - 7.1 Consideraciones generales
  - 7.2 Metodología
- 8 VIGILANCIA
- 9 SANCIONES

## 10 BIBLIOGRAFIA

### 1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de densidad de potencia eléctrica de alumbrado (DPEA), según se especifique, con los que deben cumplir las nuevas instalaciones de alumbrado público o alumbrado exterior en las diferentes aplicaciones que se indican en la presente Norma, con el propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficacia sin menoscabo de los requerimientos visuales.

### 2 Campo de aplicación

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprende todos los sistemas nuevos de iluminación para vialidades, estacionamientos públicos abiertos y áreas exteriores, así como las ampliaciones de instalaciones ya existentes que se construyan en el territorio nacional, independientemente de su tamaño y carga conectada.

Las aplicaciones de instalaciones cubiertas bajo esta Norma incluyen:

#### 2.1 Vialidades

#### 2.2 Estacionamientos públicos abiertos

#### 2.3 Areas exteriores

Quedan excluidas de esta Norma las siguientes instalaciones:

- Aeropuertos, sistemas de aproximación, sistema de pendiente de precisión para un aterrizaje correcto, luces de señalización de pistas, rodajes y plataformas, zonas de maniobras y de pernocta y similares.
- Alumbrado de emergencia.
- Alumbrado dentro de predios de viviendas unifamiliares y plurifamiliares
- Alumbrado ornamental de temporada
- Alumbrado para ferias.
- Alumbrado para plataformas marinas, faros y similares
- Alumbrado temporal en obras de construcción.
- Anuncios luminosos.
- Areas de vigilancia especial, garitas, retenes y similares de seguridad
- Areas típicamente regidas por relaciones laborales como andenes, muelles, patios de maniobra y almacenamiento, áreas de carga y descarga, áreas de manufactura de astilleros y similares.
- Juegos mecánicos.
- Lugares de resguardo de bicicletas
- Paseos exclusivos de jinetes.
- Señalización de vialidades y carreteras, semaforización

### 3 Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma deben consultarse las siguientes normas vigentes:

NOM-007-ENER-1995	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
NOM-001-SEMP-1994	Relativa a las instalaciones destinadas al uso y suministro de la energía eléctrica.
NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida.
NOM-Z-13-1977	Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.

### 4 Definiciones

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los siguientes términos se definen como se establece en este capítulo. Los términos no definidos tendrán su acepción ordinariamente aceptada dentro del contexto en el que son usados, o bien, están definidos en otras normas y publicaciones con carácter oficial

#### 4.1 Alumbrado de exteriores

Sistema de iluminación ubicado en el exterior de inmuebles, que tiene como finalidad principal el resaltar, de su entorno durante la noche, la textura y/o la forma del área, estructura o monumento, favoreciendo así las condiciones de seguridad, estéticas y comerciales del lugar.

#### 4.2 Alumbrado público

Sistema de iluminación que tiene como finalidad principal el proporcionar condiciones mínimas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en vialidades y espacios.

#### 4.3 Estacionamiento público

Espacio de servicio público abierto cuya finalidad principal es el resguardo seguro de vehículos automotores.

#### 4.4 Sistema de alumbrado

Conjunto de equipos, aparatos y accesorios relacionados entre sí para suministrar luz a una superficie o espacio.

#### 4.5 Vialidad

Es el área definida y dispuesta adecuadamente para el tránsito seguro y confortable de sus usuarios.

#### 4.6 Superposte

Poste para alumbrado público que tiene una altura mínima de 18 metros.

### 5 Clasificación

Para los fines de esta Norma Oficial Mexicana, los sistemas de alumbrado público y de exteriores se clasifican en:

#### 5.1 Vialidades

##### 5.1.1 Autopistas

##### 5.1.2 Carreteras

##### 5.1.3 Ciclopistas

##### 5.1.4 Vías rápidas

##### 5.1.5 Vías principales

##### 5.1.6 Vías secundarias

#### 5.2 Estacionamientos públicos

#### 5.3 Áreas exteriores

##### 5.3.1 Fachadas de edificios y logos

##### 5.3.2 Lagos, cascadas, fuentes y similares

##### 5.3.3 Monumentos, esculturas y banderas

##### 5.3.4 Parques, jardines, alamedas y kioscos

##### 5.3.5 Aceras

##### 5.3.6 Paraderos

##### 5.3.7 Plazas y zócalos

### 6 Especificaciones

Para los sistemas de alumbrado exterior cubiertos por los apartados 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 y 5.3.4 de la presente Norma, el valor mínimo de eficacia de la fuente de iluminación debe ser de 22 lm/W.

Para los sistemas de alumbrado exterior cubiertos por los apartados 5.3.5, 5.3.6 y 5.3.7 de la presente Norma, el valor mínimo de eficacia de la fuente de iluminación debe ser de 40 lm/W.

Los valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) con los cuales deben cumplir los sistemas de alumbrado público en vialidades y estacionamientos públicos abiertos, indicados en los apartados 5.2 y 5.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los niveles indicados en las tablas 1 y 2.

En el caso de usar superpostes para alumbrado de vialidades cubiertas bajo el punto 5.1, los valores máximos de Densidad de Potencia de Alumbrado (DPEA) no deben exceder lo indicado en la tabla 3. Estos valores se consideran solamente para el área de vialidad.

Tabla 1 Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado para vialidades (W/m<sup>2</sup>)

Nivel de Iluminancia lux (lx)	Ancho de calle m			
	7,5	9,0	10,5	12,0
3	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,86	0,81	0,74	0,69
13	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,01	0,95	0,86	0,81
15	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,17	1,12	1,03	0,97

Tabla 2 Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado para estacionamientos

Area a iluminar m <sup>2</sup>	Densidad de potencia W/m <sup>2</sup>
< 300	1,80
300- 500	0,90
500-1 000	0,70
1 000-1 500	0,58
1 500-2 000	0,54
> 2 000	0,52

Tabla 3 Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado para sistemas de iluminación en vialidades con superpostes

Area a iluminar m2	Densidad de potencia W/m2
< 2500	0,52
2500-5000	0,49
5000-12 500	0,46
> 12 500	0,44

## 7 Método de cálculo

### 7.1 Consideraciones generales

Cuando un sistema de alumbrado público sea diseñado y construido, se considera para fines de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana que la Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado máxima permisible no exceda lo establecido en la tabla 1 del capítulo 6 y que además cumple con los valores indicados en el capítulo 9 "Alumbrado Público" de la Norma NOM-001-SEMP 1994 en su última revisión.

La determinación de la DPEA será calculada a partir de la carga total conectada de alumbrado y del área total por iluminar, de acuerdo a la metodología indicada a continuación:

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado (DPEA), es

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Area total iluminada}}$$

donde la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) está expresada en W/m<sup>2</sup>, la carga total conectada para alumbrado está expresada en watts y el área total iluminada está expresada en metros cuadrados.

Para el caso de vialidades, el área total iluminada no incluye el área destinada a aceras.

En el caso de anchos de calle distintos a los mostrados en la tabla 1 se debe tomar el valor de ancho inmediato inferior o el múltiplo de ancho inmediato inferior de dicha tabla, sin incluir áreas destinadas a aceras o camellones. Para anchos menores de 7.5 metros, se debe tomar el valor correspondiente a la columna de 7.5 m.

La determinación de la eficacia en el caso de alumbrado para exteriores es calculada a partir del flujo luminoso de la fuente luminosa entre la suma de la potencia nominal de la misma fuente luminosa más las pérdidas del dispositivo auxiliar para el arranque y correcto funcionamiento de dicha fuente.

Es obligatorio para fines de certificación y verificación del cumplimiento de la presente Norma, que los proyectos incluyan una memoria de cálculo que detalle toda la información y consideraciones efectuadas durante el mismo. La preparación de esta información será una obligación del responsable del proyecto, por lo que debe estar debidamente integrada y firmada por el mismo.

La autoridad responsable de la certificación y verificación de la presente Norma Oficial Mexicana, revisará y tomará en cuenta esta información para fines de aprobación del proyecto, así como para comprobar que las instalaciones se construyan con estricto apego al proyecto aprobado; a excepción de los casos en que las condiciones físicas del terreno impidan el arreglo, de acuerdo al diseño original.

### 7.2 Metodología

A partir de la información contenida en los planos del proyecto de la instalación eléctrica y de los valores de potencia real nominal obtenidos de los fabricantes de los diferentes equipos de alumbrado considerados en dicha instalación, se cuantificará la carga total conectada, así como el área total iluminada a considerarse en el cálculo para la determinación de la DPEA del sistema de alumbrado.

En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se considera para fines de cuantificar la carga conectada el valor de la potencia nominal del conjunto balastro-lámpara-dispositivo

Una vez terminada la instalación y de acuerdo con los planos aprobados del proyecto, se verificará la instalación a partir de un cálculo de la DPEA con los datos reales mostrados en lámparas y/o equipos auxiliares y el área cubierta por el sistema de alumbrado.

Asimismo, se verificará que todo el equipo instalado cumpla con los requisitos de seguridad y funcionamiento, de acuerdo a las normas oficiales mexicanas en vigor.

### 8 Vigilancia

La Secretaría de Energía es la autoridad competente para certificar y verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana:

- a) Durante el proceso de aprobación de proyectos de instalaciones para alumbrado público.
- b) Al término de la construcción de las mismas.

El cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana no releva ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras normas oficiales mexicanas y reglamentos existentes aplicables a instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica.

### 9 Sanciones

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables.

### 10 Bibliografía

- Norma Oficial Mexicana NOM-Z-13-1981, Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las normas oficiales mexicanas.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de julio de 1992
- Illuminating Engineering Society Of North America *IES Lighting Handbook Reference and Application, 1993.*
- Illuminating Engineering Society of North America *IES RP-8 American National Standard Practice for Roadway Lighting, 1983*
- Illuminating Engineering Society of North America. *IES CP-31-1989 Value of Public Roadway Lighting.*
- Illuminating Engineering Society of North America. *IES LEM-6-1987 Guidelines for Unit Power Density (UPD) for new Roadway Lighting Installations.*
- Commission International de L'clairage (CIE). *CIE No. 12.2 Recommendation for the Lighting of roads for motorized traffic*
- French Lighting Association. *Recommendations for outdoor Lighting, 1974*
- Comisión Federal de Electricidad. *Manual de Alumbrado Público, 1981.*
- Ministry of Transportation and Communication. Ontario, Canada. *Design Manual for Highway Illumination 1977*
- W J M van Bommel, J.B. de Boer. *Road Lighting, Philips Technical Library, 1980.*
- Philips Lighting *Lighting manual, 1993.*
- Emilio Carranza Castellanos. *Alumbrado Urbano, 1981*
- Emilio Carranza Castellanos. *Luminotécnica y sus aplicaciones, 1993.*
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. *Manual de Alumbrado, 1989.*
- Jan Basan. *Manual de urbanismo. Editorial Trillas, 1984*



México, D.F., a 6 de marzo de 1997.- El Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Odón de Buen Rodríguez.- Rúbrica.

## INDICE

### - 4 1 Disposiciones Generales

#### Capítulo 1

Artículo 100 Definiciones

### - 4.2. Alambrado y Protección

#### Capítulo 2

Artículo 200 Uso e identificación de los conductores puestos a tierra  
 Artículo 210 Circuitos derivados  
 Artículo 215 Alimentadores  
 Artículo 220 Cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas  
 Artículo 225 Circuitos alimentadores y derivados exteriores  
 Artículo 230 Acometidas  
 Artículo 240 Protección contra sobrecorriente  
 Artículo 250 Puesta a tierra  
 Artículo 280 Apartarrayos  
 Artículo 285 Supresores de sobretensiones transitorias (SSTT)

### - 4 3. Métodos de Alambrado y Materiales

#### Capítulo 3

Artículo 300 Métodos de alambrado  
 Artículo 305 Instalaciones provisionales  
 Artículo 310 Conductores para alambrado en general  
 Artículo 318 Soportes tipo charola para cables  
 Artículo 320 Alambrado visible sobre aisladores  
 Artículo 321 Alambrado soportado por un mensajero  
 Artículo 324 Alambrado oculto sobre aisladores  
 Artículo 325 Cables con separador integrado de gas (Tipo IGS)  
 Artículo 326 Cables de media tensión MT (MV)  
 Artículo 328 Cable plano tipo FCC  
 Artículo 330 Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI  
 Artículo 331 Tubo (*conduit*) no metálico  
 Artículo 332 Tubo (*conduit*) de Polietileno  
 Artículo 333 Cable armado tipo AC  
 Artículo 334 Cables con armadura metálica tipo MC  
 Artículo 336 Cables con cubierta no metálica, tipos NM, NMC y NMS  
 Artículo 337 Cable plano tipo TWD  
 Artículo 338 Cables de entrada de acometida  
 Artículo 339 Cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos tipo UF  
 Artículo 340 Cables de energía y control tipo TC para uso en soportes tipo charola  
 Artículo 342 Extensiones no metálicas  
 Artículo 343 Tubo (*conduit*) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos  
 Artículo 345 Tubo (*conduit*) metálico tipo semipesado  
 Artículo 346 Tubo (*conduit*) metálico tipo pesado  
 Artículo 347 Tubo (*conduit*) rígido no metálico  
 Artículo 348 Tubo (*conduit*) metálico tipo ligero  
 Artículo 349 Tubo (*conduit*) metálico flexible tipo ligero  
 Artículo 350 Tubo (*conduit*) metálico flexible  
 Artículo 351 Tubo (*conduit*) flexible hermético a los líquidos metálico y no metálico  
 Artículo 352 Canalizaciones superficiales metálicas y no metálicas  
 Artículo 353 Ensamble de receptáculos múltiples

Artículo 354	Canalizaciones bajo el piso
Artículo 356	Canalizaciones en pisos metálicos celulares
Artículo 358	Canalizaciones en pisos de concreto celular
Artículo 362	Ductos metálicos y no metálicos con tapa
Artículo 363	Cables planos tipo FC
Artículo 364	Ductos con barras (electroductos)
Artículo 365	Canalizaciones prealambradas
Artículo 370	Cajas, cajas de paso y sus accesorios, utilizados para salida, empalme, unión o jalado
Artículo 373	Gabinetes, cajas para cortacircuitos y bases para medidores
Artículo 374	Canales auxiliares
Artículo 380	Desconectores
Artículo 384	Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control

#### - 4.4. Equipos de Uso General

##### Capítulo 4

Artículo 400	Cables y cordones flexibles
Artículo 402	Cables para artefactos
Artículo 410	Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos
Artículo 411	Sistemas de alumbrado que funcionan a 30 V o menos
Artículo 422	Aparatos electrodomésticos y similares
Artículo 424	Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
Artículo 426	Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve
Artículo 427	Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes
Artículo 430	Motores, circuitos de motores y sus controladores
Artículo 440	Equipos de aire acondicionado y de refrigeración
Artículo 445	Generadores
Artículo 450	Transformadores y bóvedas para transformadores
Artículo 455	Convertidores de fase
Artículo 460	Capacitores
Artículo 470	Resistencias y reactores
Artículo 480	Baterías de acumuladores

#### 4.5 Ambientes Especiales

##### Capítulo 5

Artículo 500	Áreas peligrosas (clasificadas), clase I, II y III, divisiones 1 y 2
Artículo 501	Áreas clase I
Artículo 502	Áreas clase II
Artículo 503	Áreas clase III
Artículo 504	Sistemas intrínsecamente seguros
Artículo 505	Áreas clase I, zonas 0, 1 y 2
Artículo 510	Áreas peligrosas (clasificadas) – específicas
Artículo 511	Estacionamientos comerciales, talleres de servicio y de reparación para vehículos automotores
Artículo 513	Hangares de aviación
Artículo 514	Gasolinerías y estacionamientos de servicio
Artículo 515	Plantas de almacenamiento a granel
Artículo 516	Procesos de aplicación por rociado, inmersión y recubrimiento
Artículo 517	Instalaciones en lugares de atención de la salud
Artículo 518	Lugares de reunión
Artículo 520	Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares
Artículo 525	Atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares
Artículo 530	Estudios de cine, televisión y lugares similares
Artículo 540	Proyectores de cine

Artículo 545	Edificios prefabricados
Artículo 547	Construcciones agrícolas
Artículo 550	Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos
Artículo 551	Vehículos de recreo y sus estacionamientos
Artículo 552	Remolques estacionados
Artículo 553	Construcciones flotantes
Artículo 555	Marinas y muelles

#### 4.6. Equipos Especiales

##### Capítulo 6

Artículo 600	Anuncios luminosos y alumbrado de realce
Artículo 604	Sistemas de alambrado prefabricados
Artículo 605	Instalaciones en oficina
Artículo 610	Grúas y polipastos
Artículo 620	Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de rueda
Artículo 625	Equipos para carga de vehículos eléctricos
Artículo 630	Máquinas de soldar eléctricas
Artículo 640	Equipos de grabación de sonido y similares
Artículo 645	Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico
Artículo 650	Órganos tubulares
Artículo 660	Equipos de rayos X
Artículo 665	Equipo de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas
Artículo 668	Celdas electrolíticas
Artículo 669	Galvanoplastia
Artículo 670	Maquinaria industrial
Artículo 675	Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente
Artículo 680	Albercas, fuentes e instalaciones similares
Artículo 685	Sistemas eléctricos integrados
Artículo 690	Sistemas solares fotovoltaicos
Artículo 695	Bombas contra incendios

#### 4.7. Condiciones Especiales

##### Capítulo 7

Artículo 700	Sistemas de emergencia
Artículo 701	Sistemas de reserva legalmente requeridos
Artículo 702	Sistemas de reserva opcionales
Artículo 705	Fuentes de producción de energía eléctrica conectada
Artículo 710	Equipos que operan a tensiones eléctricas mayores de 600 V nominales
Artículo 720	Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V
Artículo 725	Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada
Artículo 727	Cables para soportes tipo charola para conductores de instrumentación tipo ITC
Artículo 760	Sistemas de alarma contra incendios
Artículo 770	Cables y canalizaciones de fibra óptica
Artículo 780	Sistemas de distribución de energía en lazo cerrado y programado

#### 4.8. Sistemas de Comunicación

##### Capítulo 8

Artículo 800	Circuitos de comunicaciones
Artículo 810	Equipos de radio y televisión
Artículo 820	Sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión

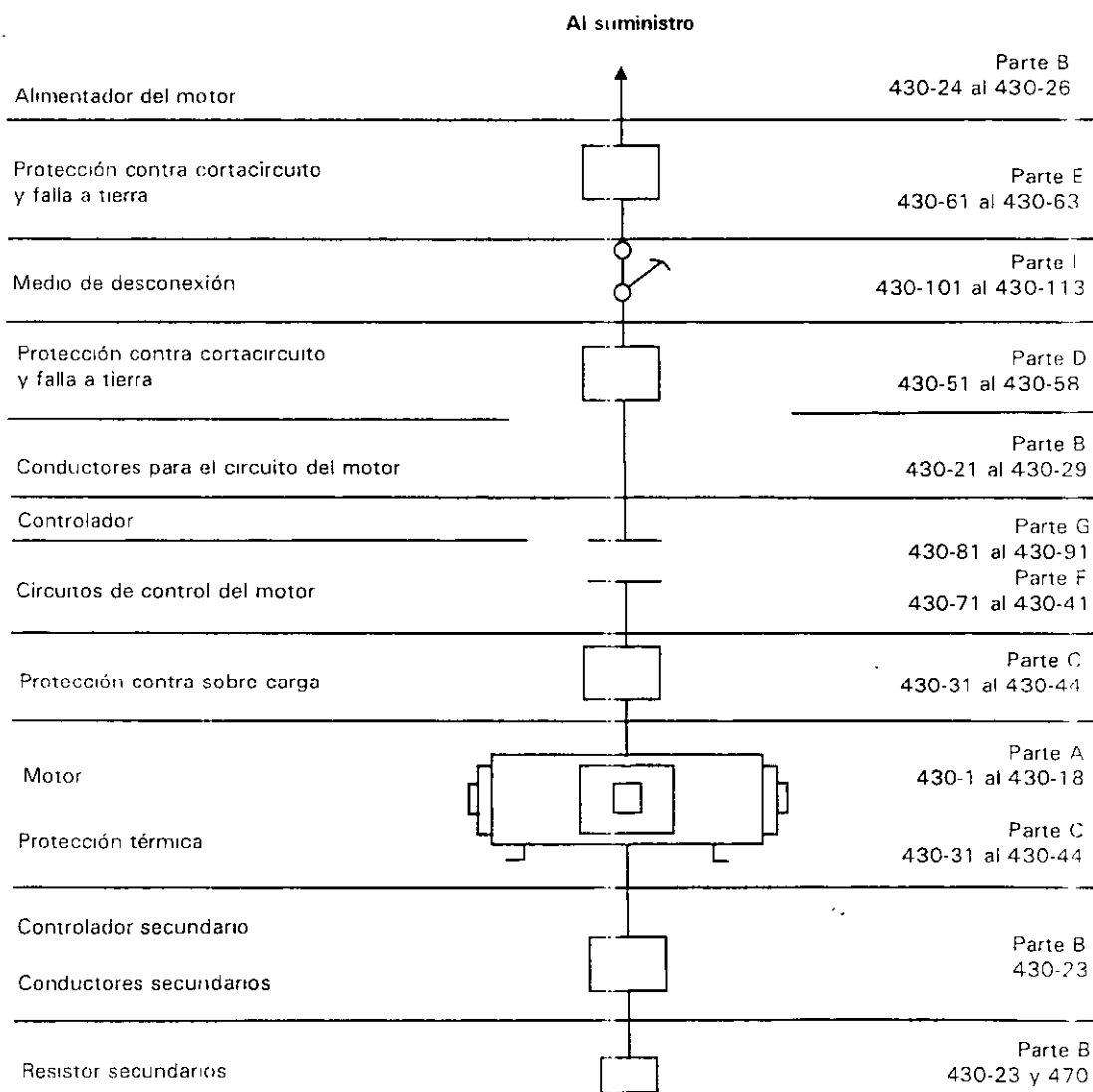
Artículo 830      Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

4.9. Instalaciones destinadas al Servicio Público  
Capítulo 9

Artículo 920	Disposiciones generales
Artículo 921	Puesta a tierra
Artículo 922	Líneas aéreas
Artículo 923	Líneas subterráneas
Artículo 924	Subestaciones
Artículo 930	Alumbrado público

4.10 Tablas  
Capítulo 10

– Apéndices A, B1, B2, C y D.



Artículo 540	Proyectores de cine
Artículo 545	Edificios prefabricados
Artículo 547	Construcciones agrícolas
Artículo 550	Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos
Artículo 551	Vehículos de recreo y sus estacionamientos
Artículo 552	Remolques estacionados
Artículo 553	Construcciones flotantes
Artículo 555	Marinas y muelles

#### 4.6. Equipos Especiales

##### Capítulo 6

Artículo 600	Anuncios luminosos y alumbrado de realce
Artículo 604	Sistemas de alambrado prefabricados
Artículo 605	Instalaciones en oficina
Artículo 610	Grúas y polipastos
Artículo 620	Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de rueda
Artículo 625	Equipos para carga de vehículos eléctricos
Artículo 630	Máquinas de soldar eléctricas
Artículo 640	Equipos de grabación de sonido y similares
Artículo 645	Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico
Artículo 650	Órganos tubulares
Artículo 660	Equipos de rayos X
Artículo 665	Equipo de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas
Artículo 668	Celdas electrolíticas
Artículo 669	Galvanoplastia
Artículo 670	Maquinaria industrial
Artículo 675	Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente
Artículo 680	Albercas, fuentes e instalaciones similares
Artículo 685	Sistemas eléctricos integrados
Artículo 690	Sistemas solares fotovoltaicos
Artículo 695	Bombas contra incendios

#### 4.7. Condiciones Especiales

##### Capítulo 7

Artículo 700	Sistemas de emergencia
Artículo 701	Sistemas de reserva legalmente requeridos
Artículo 702	Sistemas de reserva opcionales
Artículo 705	Fuentes de producción de energía eléctrica conectada
Artículo 710	Equipos que operan a tensiones eléctricas mayores de 600 V nominales
Artículo 720	Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V
Artículo 725	Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada
Artículo 727	Cables para soportes tipo charola para conductores de instrumentación tipo ITC
Artículo 760	Sistemas de alarma contra incendios
Artículo 770	Cables y canalizaciones de fibra óptica
Artículo 780	Sistemas de distribución de energía en lazo cerrado y programado

#### 4.8. Sistemas de Comunicación

##### Capítulo 8

Artículo 800	Circuitos de comunicaciones
Artículo 810	Equipos de radio y televisión

Artículo 820	Sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión .
Artículo 830	Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

#### 4.9 Instalaciones destinadas al Servicio Público

##### Capítulo 9

Artículo 920	Disposiciones generales
Artículo 921	Puesta a tierra
Artículo 922	Líneas aéreas
Artículo 923	Líneas subterráneas
Artículo 924	Subestaciones
Artículo 930	Alumbrado público

#### 4.10. Tablas

##### Capítulo 10

-- Apéndices A, B1, B2, C y D.

**ARTÍCULO 410-LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS****A. Disposiciones generales**

**410-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos de las luminarias, portalámparas, colgantes, receptáculos, lámparas incandescentes, lámparas de arco, lámparas de descarga y de los cableados y equipo que forme parte de las lámparas, luminarias e instalaciones de alumbrado.

**NOTA:** El término internacional de un aparato de alumbrado es "luminaire" (latín: luminaria), que se define como una unidad completa de alumbrado consistente en una o varias lámparas junto con las piezas diseñadas para distribuir la luz, para colocar y proteger las lámparas y para conectarlas a la corriente eléctrica.

**410-2. Aplicación de otros Artículos.** Las luminarias que se utilicen en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517. Las instalaciones de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben cumplir lo establecido en el Artículo 411. Las lámparas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir con lo establecido en 520-61 y las utilizadas en equipos de proyección deben cumplir con 540-20. Las lámparas de arco utilizadas en sistemas de c. c. deben cumplir los requisitos generales del Artículo 710.

**410-3. Partes vivas.** Las luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos no deben tener partes vivas expuestas normalmente al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas, receptáculos y desconectores, no se deben instalar en toldos con cubierta metálica ni en las bases abiertas de lámparas portátiles de mesa o de piso.

*Excepción:* Se permite que los portalámparas y receptáculos de tipo abrazaderas situados como mínimo a 2,44 m sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.

**B. Localización de luminarias****410-4. Luminarias en lugares específicos**

**a) En lugares húmedos y mojados.** La instalación de luminarias en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule agua en el compartimento de alumbrado, portalámparas u otras partes eléctricas. Todas las luminarias instaladas en lugares mojados deben llevar la inscripción "Adecuada para lugares mojados". Todas las luminarias instaladas en lugares húmedos deben llevar la inscripción "Adecuada para lugares mojados" o "Adecuada para lugares húmedos".

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares mojados las instalaciones subterráneas en registros o trincheras de concreto o de mampostería en contacto directo con la tierra y los locales sujetos a saturación de agua u otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y las zonas de lavado de vehículos sin proteger y otros similares.

Respecto del requisito anterior, se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, graneros, almacenes frigoríficos y similares, y las partes parcialmente protegidas bajo marquesinas, portales techados y similares.

**NOTA:** Respecto de las instalaciones de alumbrado en albercas, fuentes e instalaciones similares, véase el Artículo 680.

**b) Lugares corrosivos.** Las luminarias instaladas en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

**c) Campanas o ductos de extracción de humos.** Se permite instalar luminarias en campanas de cocinas de locales no residenciales siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) La luminaria debe estar aprobada e identificada para usarla dentro de campanas de cocinas comerciales e instalada de modo que no se superen los límites de temperatura de los materiales utilizados.



2) La luminaria debe estar construida de modo que los vapores de los combustibles, grasa, aceite y vapores de cocina no afecten a la lámpara ni a los cables. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

3) Las partes de la luminaria expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión y su superficie debe ser lisa de modo que no acumule depósitos y facilite la limpieza.

4) Los cables y otros accesorios que suministren corriente eléctrica a la luminaria o al equipo, no deben quedar expuestos dentro de la campana.

NOTA: Para conductores y luminarias expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

d) **Encima de las tinas de baño y regaderas.** Ninguna parte de las luminarias conectadas con cordón, luminarias colgantes, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores de techo deben ubicarse en una zona de 90 cm horizontalmente y de 2,5 m verticalmente, medidas desde la parte superior del borde de la tina de baño o del sardinel de la regadera. Esta zona incluye todo el espacio situado directamente sobre la tina de baño o regadera.

**410-5. Luminarias cerca de materiales combustibles.** Las luminarias deben estar construidas, instaladas o equipadas con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**410-6. Luminarias encima de materiales combustibles.** Los portalámparas instalados encima de materiales altamente combustibles no deben tener desconectador integral. A menos que exista un interruptor individual para cada luminaria, los portalámparas deben estar situados como mínimo a 2,5 m sobre el piso o situados y protegidos de modo que las lámparas no se puedan quitar o estropear fácilmente.

**410-7. Luminarias en los escaparates.** En los escaparates no se deben emplear luminarias con cableado externo.

*Excepción: Se permite el cableado externo de las luminarias soportadas de una cadena.*

**410-8. Luminarias en clósets**

a) **Definición**

**Espacio de almacenaje.** Se define el espacio del clóset, como el volumen limitado por las paredes laterales y trasera del clóset, y por los planos que van desde el piso del clóset verticalmente hasta una altura de 1,8 m, o a la altura superior de la barra para los ganchos y paralelos a las paredes, a una distancia de 60 cm horizontalmente desde las paredes laterales y trasera del clóset, respectivamente, y continuando verticalmente paralelo a las paredes hasta el techo del clóset, a la mayor de las siguientes distancias: 30 cm en horizontal o el ancho del anaquel.

NOTA: Véase la Figura 410-8

En los clósets, en los que se pueda acceder por los dos lados a la barra para los ganchos, el espacio del ropero incluye el volumen situado bajo la barra más alta que se prolongue 3,0 m a cada lado de la misma, en un plano horizontal, al piso extendiéndose a toda la longitud de la barra.

b) **Luminarias permitidas.** Se permite instalar en un clóset luminarias aprobadas de los tipos siguientes:

1) Una luminaria incandescente montada en la superficie o empotrada y con la lámpara completamente encerrada.

2) Una luminaria fluorescente, montada en la superficie o empotrada.

c) **Luminarias no permitidas.** No se permite instalar en los clósets luminarias incandescentes con lámparas descubiertas o parcialmente cubiertas y luminarias o portalámparas colgantes.

d) **Localización.** Se permite instalar luminarias en los clósets del siguiente modo:

1) Luminarias incandescentes montadas en superficie, instaladas sobre la pared, sobre la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 30 cm entre la luminaria y el punto más cercano donde se guarde ropa.

2) Luminarias fluorescentes montadas en la superficie, instaladas sobre la pared, arriba de la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre la luminaria y el punto más cercano donde se guarde ropa.

3) Luminarias incandescentes empotradas con una lámpara completamente cerrada, instalada en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre la luminaria y el punto más cercano donde se guarde ropa.

4) Bases empotradas para luminarias fluorescentes instaladas en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre la luminaria y el punto más cercano donde se guarde ropa.

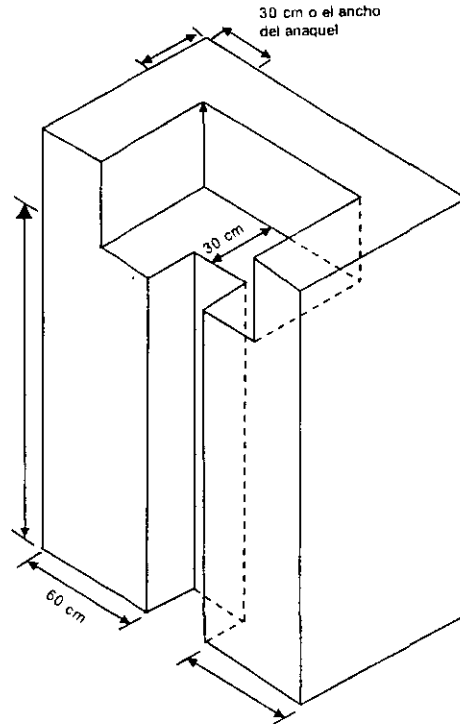


FIGURA 410-8.- Espacio de almacenamiento del clóset

410-9. **Alumbrado en nichos.** Los nichos deben tener un espacio adecuado y estar situados de modo que las lámparas y su equipo se puedan instalar y mantener adecuadamente.

### C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias

410-10. **Espacio para los conductores.** En conjunto, las cubiertas ornamentales de luminarias y cajas de salida, deben dejar un espacio adecuado para instalar adecuadamente los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión.

410-11. **Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida.** Las luminarias deben estar construidas e instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no estén expuestos a temperaturas superiores a su temperatura nominal.

Los cables de un circuito derivado no deben pasar a través de una caja de salida que forme parte integrante de una luminaria incandescente, excepto si la luminaria está aprobada e identificada para que pasen cables a través del mismo.

410-12. **Tapas de las cajas registro de salida.** En una instalación terminada, todas las cajas de registro deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portalámparas, receptáculo o dispositivo similar.

*Excepción:* Lo que se establece en 410-14(b).

**410-13. Protección de los materiales combustibles en las cajas de salida.** Se debe proteger con material no combustible cualquier pared o techo acabados con material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una tapa ornamental para luminarias y la caja registro de salida.

**410-14. Conexión de las luminarias de descarga eléctrica**

a) **Independientemente de las cajas de salida.** Cuando las luminarias de descarga eléctrica estén soportadas independientemente de la caja registro de salida, se deben conectar a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI o cables con recubrimiento no metálico.

*Excepción: Se permiten luminarias conectadas con cordón, como se establece en 410-30(b) y (c).*

b) **Acceso a las cajas.** Las luminarias de descarga eléctricamontadas en superficies ocultas sobre cajas de registro, de jalado, salida, o empalme, deben instalarse con aberturas adecuadas en la parte posterior del equipo de alumbrado que permita el acceso a las cajas.

**D. Soportes de luminarias**

**410-15. Soportes**

a) **Requisitos generales.** Las luminarias, portalámparas y receptáculos deben estar firmemente sujetos. Un equipo de alumbrado que pese más de 3 kg o exceda de 40 cm en cualquiera de sus dimensiones, no debe soportarse sólo por el tornillo del armazón del portalámparas.

b) **Postes metálicos como soporte de luminarias.** Se permite utilizar postes metálicos para soportar luminarias y como canalización para contener los conductores de alimentación, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

1) En el poste metálico o en su base debe haber un registro de inspección accesible de dimensiones no menores de 50 mm por 100 mm, que tenga una cubierta hermética a la lluvia, que provea acceso a las terminales de alimentación dentro del poste o en la base del poste

*Excepción 1: Puede prescindirse del registro de inspección en un poste de 2,5 m o menor altura sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene empalmes o punto para alambrear y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.*

*Excepción 2: Se permite prescindir del registro de inspección en postes metálicos de 6 m de altura o menos sobre el nivel del piso, si el poste lleva una base con bisagra removible.*

2) Cuando la canalización o el cable no estén instalados dentro del poste, debe soldarse un accesorio roscado o un niple, al lado contrario del registro de inspección para la conexión de la alimentación. Se permite que los postes se suelden en campo o se encinten. Estos postes deben estar tapados o cubiertos.

3) El poste debe tener una terminal para puesta a tierra.

a) Un poste con registro de inspección debe tener una terminal para puesta accesible desde el registro de inspección.

b) Un poste que tenga una base con bisagra debe tener una terminal para puesta accesible dentro de la base.

*Excepción: Puede prescindirse del registro de inspección en un poste de 2,5 m o menor altura sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene empalmes o punto para alambrear y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.*

4) Un poste con base con bisagra debe tener la base y el poste conectados entre sí.

5) Las canalizaciones metálicas u otros conductores para puesta a tierra del equipo deben conectarse al poste con un conductor de puesta a tierra, reconocido como se establece en 250-91(b) y en 250-95.

6) Los conductores instalados en postes metálicos verticales, utilizados como canalizaciones, deben estar soportados conforme a lo establecido en 300-19.

#### 410-16. Medios de soporte

a) **Cajas registro de salida.** Cuando la caja registro de salida o un herraje ofrezca un medio de sujeción adecuado, se puede soportar de ellos la luminaria o apoyarla según como se requiere en 370-23 para las cajas de registro. Una luminaria que pese más de 23 kg se debe sujetar independientemente de la caja registro de salida.

b) **Inspección.** Las luminarias se deben instalar de manera que las conexiones entre los conductores del equipo y los del circuito se puedan inspeccionar sin tener que desconectar ninguna parte de la instalación.

*Excepción: Las luminarias conectadas por clavija y receptáculo.*

c) **Plafón suspendido.** Para soportar luminarias se permiten utilizar los miembros del armazón de los plafones suspendidos, si éstos están adecuadamente soportados y firmemente sujetos entre sí y a la estructura del edificio, en intervalos adecuados. Las luminarias así apoyadas deben sujetarse al armazón por medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches. También se permite utilizar grapas aprobadas e identificadas para su uso con ese tipo de armazón de techo y envolvente.

d) **Pernos de sujeción de las luminarias.** Los pernos de sujeción de las luminarias que no formen parte de las cajas registro de salida, tirantes, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, hierro maleable u otro material adecuado para esa aplicación.

e) **Juntas aislantes.** Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar una cubierta exterior metálica aislada de las dos conexiones roscadas.

f) **Herrajes de las canalizaciones.** Los herrajes de las canalizaciones que se utilicen como soporte de luminarias, deben ser capaces de soportar el peso de todo el equipo con sus lámparas.

g) **Electroductos.** Se permite conectar las luminarias a electroductos, como se establece en 364-12.

h) **Árboles.** Se permite que las luminarias de exteriores y sus accesorios estén sujetas en los árboles.

NOTA 1: Respecto de las limitaciones para apoyar conductores aéreos, véase 225-26.

NOTA 2: Respecto de la protección de los conductores, véase 300-5(d)

### E. Puesta a tierra

410-17. **Condiciones generales.** Las luminarias y los equipos de iluminación deben ponerse a tierra de acuerdo con lo que establece el Artículo 250 y la parte E de este Artículo.

#### 410-18. Partes expuestas de luminarias

a) **Con partes expuestas vivas.** Se deben poner a tierra las partes expuestas de las luminarias y equipo directamente conectados o cableados a cajas de registro con puesta a tierra.

b) **Hechos de material aislante.** Las partes expuestas de las luminarias, directamente conectadas o cableadas a cajas de registro sin medios para puesta a tierra, deben estar hechas de material aislante y no presentar partes conductoras expuestas.

#### 410-19. Equipos de más de 150 V a tierra

a) **Luminarias metálicas, transformadores y envolventes de transformadores.** Se deben poner a tierra las luminarias metálicas, transformadores y envolventes de transformadores, en circuitos que funcionen a más de 150 V a tierra.

b) **Otras partes metálicas expuestas.** Otras partes metálicas expuestas se deben poner a tierra o aislar de tierra y de otras superficies conductoras y ponerlas fuera del alcance de personas no calificadas.

*Excepción:* No se requiere poner a tierra los cables de sujeción de las lámparas, los tornillos de montaje, clips y bandas decorativas de las lámparas de cristal que estén separadas por lo menos a 4 cm de las terminales de las lámparas.

**410-20. Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.** Las luminarias con partes metálicas expuestas deben estar dotadas de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra

**410-21. Método de puesta a tierra.** Se considera que las luminarias están puestas a tierra cuando estén mecánicamente conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipo, tal como se especifica en 250-91(b), de tamaño adecuado a lo establecido en 250-95.

#### F. Alambrado de las luminarias

**410-22. Requisitos generales.** El cableado en o dentro de las luminarias debe estar acomodado ordenadamente y no estar expuesto a daño físico. Debe evitarse el exceso de cables. Los conductores deben estar colocados de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de operación.

**410-23. Polaridad de las luminarias.** Las luminarias deben estar instaladas de manera que los casquillos roscados de las lámparas estén conectados al mismo conductor o terminal del equipo o circuito. El conductor puesto a tierra, cuando esté conectado a la portalámparas debe conectarse a la parte roscada del casquillo.

#### 410-24. Aislamiento de los Conductores

Las luminarias deben cablearse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión eléctricas y temperatura a las que vayan a estar expuestos

NOTA: Para la capacidad de conducción de corriente admisible en los cables de luminarias, la temperatura máxima, los límites de tensión y el tamaño mínimo del alambre o cable, etc., véase 402

#### 410-25. Conductores para determinadas condiciones

a) **Portalámparas con casquillo tipo mogul.** Las luminarias dotadas con portalámparas de casquillo roscado de tipo mogul y cuya tensión eléctrica no supere 300 V entre conductores, deben instalarse con cables de luminarias de tipos SF-1, SF-2.

b) **Portalámparas con casquillo roscado de otro tipo.** Las luminarias provistas con portalámparas con casquillo roscado de otro tipo distinto al de base mogul y cuya tensión eléctrica no exceda 300 V entre conductores, deben instalarse con cables de luminarias de tipos SF-1, SF-2.

*Excepción 1:* Se permite utilizar cables de luminarias de tipos TFN y TFFN cuando la temperatura no supere 90 °C.

*Excepción 2:* Se permite utilizar cables recubiertos de hule de tipo RH y RHW y cables de luminarias de tipos RFH-1, RFH-2, y FFH-2, cuando la temperatura supere 60 °C pero no 75 °C.

*Excepción 3:* Cuando la temperatura no supere 60 °C, se permite utilizar cables de luminarias de tipos TF y TFF, incluidas las luminarias de tipo decorativo en los que se utilicen lámparas de no más de 60 W tipo vela.

NOTA: Para los cables y conductores de equipo, véase 402-3 y la Tabla 402-3. Para los cables flexibles, véase la Tabla 400-5(a).

#### 410-27. Conductores colgantes para lámparas incandescentes

a) **Soportes.** Los portalámparas colgantes con cables conectados permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas de las guirnaldas, deben ir colgados de conductores independientes trenzados, recubiertos de hule, que vayan soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados en forma independiente de los mismos.

b) **Tamaño o designación nominal.** Dichos conductores colgantes deben ser de tamaño nominal no menor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) cuando vayan conectados a portalámparas con casquillo roscado tipo mogul o base media, ni menores a 0,824 mm<sup>2</sup> (18 AWG) para portalámparas de tipo intermedia o candelabro.

*Excepción:* Se permite que los conductores para árboles de Navidad y luminarias para decoración, aprobados, sean menores a 0,824 mm<sup>2</sup> (18 AWG).

c) **Cableados o torcidos.** Los conductores colgantes de más de 90 cm de largo, deben torcerse juntos, donde no exista un cable soporte.

#### 410-28. Protección de los conductores y su aislamiento

a) **Sujetos adecuadamente.** Los conductores deben estar sujetos de modo que no se rompa ni se roce el aislamiento.

b) **Protección a través de metales.** Cuando los conductores pasen a través de metales, su aislamiento debe protegerse de la abrasión.

c) **Brazos de las luminarias.** En los brazos o mangos de las luminarias no debe haber empalmes o conexiones.

d) **Empalmes y conexiones.** Dentro de una luminaria no se debe hacer empalmes o conexiones innecesarias.

NOTA: Véase 110-14 para los métodos aprobados de hacer conexiones.

e) **Cableado.** Se deben utilizar conductores cableados para la instalación del alambrado en cadenas de luminarias y en otras partes móviles o flexibles.

f) **Tensión mecánica.** Los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los someta a tensión mecánica.

#### 410-29. Aparadores conectados mediante cordón. Se permite conectar los aparadores individuales que no sean fijos, mediante un cordón flexible a un receptáculo fijo, y se permite conectar grupos de no más de seis aparadores juntos mediante cordón flexible, conectores y clavijas de seguridad, estando una del grupo conectada mediante cordón flexible a un receptáculo fijo.

Esta instalación debe cumplir con las siguientes condiciones:

a) **Requisitos de los cordones.** Los cordones flexibles deben ser de tipo "uso rudo", con conductores de tamaño nominal no menor al de los conductores del circuito derivado y una capacidad de conducción de corriente al menos igual a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y con conductor de puesta a tierra del equipo.

NOTA: Para tamaño nominal del conductor de puesta a tierra del equipo, véase la Tabla 250-95

b) **Receptáculos, cordones y clavijas de conexión.** Los receptáculos, cordones y clavijas de conexión deben ser de tipo con terminal de puesta de tierra aprobados y listados, de 15 A o 20 A

c) **Sujeción.** Los cordones flexibles se deben sujetar por debajo de los aparadores, de modo que:

(1) los cables no estén expuestos a daño físico;

(2) asegurar que la separación entre aparadore no exceda de 5 cm; ni que la separación entre el primer aparador y el receptáculo de alimentación sea mayor de 30 cm,

(3) el cable que quede al final de un grupo de aparadores lleve un accesorio hembra que no sobresalga del aparador.

d) **Otros equipos.** A los aparadores no deben conectarse, eléctricamente, equipos distintos a los aparadores.

e) **Circuito o circuitos secundarios.** Cuando los aparadores se conecten con cordón, los circuitos secundarios de cada balastro de las lámparas de descarga deben limitarse a un sólo aparador.

#### 410-30. Portalámparas y luminarias conectadas con cordón

a) **Portalámparas.** Cuando se conecte un portalámparas metálico con un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con una boquilla aislante, si es roscada, no debe ser menor que el de tubería con

designación 12 (3/8). El orificio para el cordón debe ser de tamaño adecuado y se deben eliminar todas las rebabas y partes cortantes que pudiera tener con la finalidad de que la superficie por la que pase el cable quede lisa.

b) **Luminarias ajustables.** Las luminarias que requieran ajuste o que deban moverse para dirigir las después de su instalación, no es necesario que vayan equipadas con una clavija o conector de cordón, siempre que el cordón que quede expuesto sea de uso rudo o uso extrarrudo y no más largo de lo necesario para hacer el ajuste. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o a daño físico.

c) **Luminarias de descarga eléctricas**

1) Se permite que una luminaria o conjunto de luminarias aprobadas para este uso, estén conectadas por un cordón, si están situadas directamente bajo la caja registro de salida electroducto y el cordón es visible de modo continuo en toda su longitud fuera de la luminaria y no está expuesto a esfuerzos ni a daño físico. Dichas luminarias deben terminar en el otro extremo del cordón con una clavija con terminal de puesta de tierra o mediante conector para electroducto.

**Excepción:** No es necesario que una luminaria o conjunto de luminarias aprobadas que lleven un cordón y una tapa ornamental, termine en el extremo del cable con una clavija o conector para electroducto.

2) Se permite conectar luminarias de descarga dotadas de portalámparas roscadas de tipo mogul, a circuitos derivados de 50 A o menos, mediante cordones que cumplan lo establecido en 240-4. Se permite que los receptáculos y los cordones de conexión sean de una capacidad de conducción de corriente menor que la del circuito derivado, pero no menor a 125% de la capacidad nominal de la luminaria.

3) Se permite que las luminarias de descarga equipadas con un receptáculo sujeto a la luminaria, que no sobresalga de su superficie, se alimenten mediante cordones colgantes terminados con conector con cordón. Se permite que los receptáculos y los cordones de conexión sean de menor capacidad de conducción de corriente que la del circuito derivado, pero no menor a 125% de la capacidad nominal de la luminaria.

**410-31. Uso de las luminarias como canalizaciones.** Las luminarias no se deben usar como canalizaciones de los conductores del circuito.

**Excepción 1:** Las luminarias listadas para usarlas como canalizaciones.

**Excepción 2:** Se permite que las luminarias diseñadas para montarse pegadas una a la otra de forma que constituyan una canalización continua, o las luminarias conectadas mediante métodos de instalación aprobados, se utilicen para el paso de conductores de circuitos derivados de dos hilos o multiconductores que alimenten a dichos equipos.

**Excepción 3:** Se permite pasar a través de las luminarias un circuito adicional de dos hilos que alimente a una o más de las luminarias conectadas como se describe en la Excepción 2.

**NOTA:** Para la definición de circuito derivado multiconductor, véase el Artículo 100.

Los conductores del circuito derivado que estén situados a una distancia no inferior de 80 mm del balastro dentro del compartimento del balastro, deben tener una temperatura nominal de aislamiento no inferior a 90 °C, como los de tipo RHH, THW, THHN, THHW, FEP, FEPB, SA y XHHW.

## G. Construcción de las luminarias

**410-34. Pantallas y gabinetes combustibles.** Debe quedar un espacio de aire adecuado entre las lámparas y las pantallas u otros gabinetes de material combustible.

**410-35. Valores nominales de las luminarias**

a) **Marcas.** Todas las luminarias que funcionen con balastos o transformadores deben estar claramente marcadas con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación. Un aparato cuyo cable de alimentación tenga que soportar una temperatura nominal superior a 90 °C, debe indicarlo así con letras de 6 mm de alto, situadas en un lugar prominente tanto en el aparato como en su empaque o equivalente.

b) **Valores eléctricos.** Los valores eléctricos nominales deben incluir la tensión eléctrica y la frecuencia, así como la capacidad nominal de la unidad, incluido el balastro, transformador o autotransformador.

**410-36. Diseño y materiales.** Las luminarias deben estar construidas de metal, madera u otro material adecuado para su uso y deben estar diseñadas y montadas de modo que aseguren la resistencia mecánica y la rigidez necesarias. El compartimento para cables, incluyendo las entradas, debe diseñarse de tal manera que se puedan insertar y sacar los cables sin daño físico.

**410-37. Luminarias no metálicas.** En todas las luminarias no construidas completamente de metal o material no combustible, el compartimento de los cables debe estar forrado de metal.

*Excepción: Cuando se utilicen cables blindados o recubiertos de plomo con herrajes adecuados.*

**410-38. Resistencia mecánica**

a) **Tubos para los brazos.** Los tubos utilizados como brazos y varillas deben tener un espesor no menor a 1,0 mm, cuando sean roscados en el sitio y no menor de 0,7 mm si se suministran roscados. Los brazos y otras partes deben estar sujetos para evitar que giren.

b) **Cubiertas ornamentales metálicas.** Las cubiertas ornamentales metálicas que soporten portalámparas, pantallas, etc., de más de 4 kg o que llevan incorporados receptáculos, deben tener un espesor no menor a 0,5 mm. Otras cubiertas ornamentales deben tener un espesor no menor a 0,4 mm, si son de acero, y no menor de 0,5 mm si son de otros metales.

c) **Desconectores en las cubiertas ornamentales.** No se deben instalar desconectores accionados por cadena en los bordes de cubiertas ornamentales metálicas de un espesor menor de 0,7 mm, excepto si los bordes están reforzados por un doblé que forme un cordón o equivalente. Si se montan desconectores accionados por cadena en los bordes u otro lugar de las cubiertas ornamentales de luminarias, no deben estar situados a más de 9 cm del centro de la cubierta. Cuando en la cubierta se instale un desconector accionado por cadena o un receptáculo colgante, estas luminarias se deben sujetar por doble tornillo pasante, doble abrazadera, una abrazadera con rosca u otro método equivalente.

Las medidas anteriores se refieren a cubiertas ornamentales ya acabadas.

**410-39. Espacio para los cables.** El cuerpo de las luminarias, incluidas las lámparas portátiles, debe tener un espacio amplio para empalmes y conexiones y para la instalación de accesorios. El espacio donde se hagan los empalmes debe ser de material no absorbente y no combustible.

**410-42. Lámparas portátiles**

a) **Requisitos generales.** Las lámparas portátiles se deben instalar con cordones flexibles como los indicados en 400-4 y con clavija polarizada con puesta de tierra. Cuando se utilicen con portalámparas con base tipo Edison, se debe identificar el conductor puesto a tierra y conectarlo al casquillo y a la terminal de la clavija identificada para puesta a tierra.

b) **Lámparas de mano.** Además de lo establecido en 410-42(a), las lámparas de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

- (1) no deben ser de casquillo metálico forrado de papel aislante;
- (2) deben estar equipadas con una empuñadura de un compuesto moldeado u otro material aislante; (3) deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o a la empuñadura;
- (4) si el protector fuera metálico, debe estar puesto a tierra a través de un conductor de puesta a tierra del equipo que se instale junto con los conductores de la alimentación de la energía, a través del cordón de alimentación.

**410-44. Boquilla para cordones.** Cuando un cordón flexible entre por la base o el vástago de una lámpara portátil, se debe instalar una boquilla o su equivalente. Esta boquilla debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con cubierta protectora.

**410-45. Pruebas.** El alambrado debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. Antes de conectar el circuito se debe probar que no tenga estos defectos.



**410-46. Partes vivas.** Las partes vivas expuestas en el interior de las luminarias de porcelana, deben estar protegidas adecuadamente y situadas de modo que no sea probable que los cables entren en contacto con ellas. Entre las partes vivas y el plano de montaje de la luminaria debe quedar un espacio de 13 mm como mínimo.

#### H. Instalación de portalámparas

**410-47. Portalámparas roscados.** Los portalámparas roscados se deben utilizar exclusivamente como portalámparas. Cuando reciban energía eléctrica mediante un cable con conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo del portalámparas.

*Excepción:* Cuando el portalámparas por su diseño tenga integrados receptáculos, se deben instalar como lo indica el fabricante.

**410-48. Portalámparas con desconectador de doble polo.** Cuando estén alimentados por un circuito con cable sin conductor para poner a tierra, el desconectador del portalámparas debe desconectar simultáneamente ambos conductores.

**410-49. Portalámparas en lugares húmedos o mojados.** Los portalámparas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser tipo intemperie.

#### I. Construcción de los portalámparas

**410-50. Aislamiento.** La caja metálica exterior y la cubierta de los portalámparas deben estar forradas de material aislante que evite que esas piezas formen parte del circuito. El forro no debe extenderse más de 3,2 mm de la parte metálica, pero debe evitar que cualquier parte activa de la base de la lámpara quede expuesta cuando la lámpara esté instalada en el portalámparas.

**410-51. Cables de conexión.** Los cables de conexión que formen parte de los portalámparas a prueba de intemperie y que pueden quedar expuestos después de la instalación, deben llevar conductores cableados y con cubierta de hule, aprobados, de tamaño nominal no inferior a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) y deben sellarse durante la instalación o hacerlos herméticos a la lluvia por cualquier otro medio.

*Excepción:* Se permite utilizar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm<sup>2</sup> (18 AWG), con cubierta de hule para bases de candelabros.

**410-52. Portalámparas con desconectores.** Los portalámparas con desconectador deben estar contruidos de manera que el mecanismo interrumpa la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo desconectador debe permitir interrumpir la conexión eléctrica al casquillo, si simultáneamente se interrumpe la conexión con el contacto central.

#### J. Lámparas y equipos auxiliares

**410-53. Bases, lámparas incandescentes.** Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos derivados de alumbrado, no deben estar equipadas con un casquillo tipo medio si son de capacidad nominal mayor de 300 W, ni con un casquillo de una base tipo mogul si son de capacidad nominal mayor de 1 500 W. Para lámparas de más de 1 500 W se debe utilizar casquillos especiales u otros dispositivos.

**410-54. Equipo auxiliar de las lámparas de descarga eléctrica**

- a) **Envolventes.** El equipo auxiliar de las lámparas de descarga debe ir encerrado en envolventes no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.
- b) **Desconectores.** Cuando se alimenten de un circuito por medio de cables sin conductor conectado a tierra, el desconector del equipo auxiliar debe desconectar simultáneamente todos los conductores

#### K. Receptáculos, conector con cordón y clavijas

##### 410-56. Capacidad nominal admisible y tipo

a) **Receptáculos.** Los receptáculos instalados para conectar cordones de luminarias portátiles, deben tener una capacidad nominal no menor de 15 A, 125 V o 127 V, o 15 A, 250 V y deben ser de un tipo no adecuado para uso como portalámparas

*Excepción: Se permite el uso de receptáculos de 10 A, 250 V en edificios no residenciales, para la conexión de equipo que no sean lámparas de mano portátiles, herramientas de mano y extensiones.*

b) **Receptáculos tipo CO/ALR.** Los receptáculos de 20 A nominales o menores y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar la marca CO/ALR.

c) **Receptáculos de tierra aislada.** Los receptáculos previstos para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), como se permite en 250-74 Excepción 4, se deben identificar mediante un triángulo naranja situado en su parte frontal. Las tapas con esta marca se deben utilizar sólo con conductores de puesta a tierra aislados, de acuerdo con 250-74 Excepción 4. Los receptáculos de tierra aislada, instalados en cajas no metálicas, deben ir cubiertos por una tapa no metálica. Las placas protectoras pueden ser metálicas o de material aislante no combustible, y tener un espesor de forma que tengan resistencia mecánica adecuada. Las placas protectoras metálicas se deben conectar a tierra.

d) **Posición de las tapas frontales de los receptáculos.** Después de instalarlas, la parte frontal de los receptáculos debe quedar a nivel o sobresalidos de sus tapas protectoras de material aislante y deben sobresalir un mínimo de 0,4 mm cuando se usen tapas protectoras. Las tapas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los receptáculos montados en cajas empotradas en la pared, como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que el soporte del receptáculo se mantenga rígidamente sujeto contra la superficie de la pared. Los receptáculos montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que el soporte del receptáculo quede sujeto contra la caja o contra la extensión que sobresalga de la caja.

e) **Clavijas de conexión.** Todas las clavijas y cordones de conexión de 15 A y 20 A deben estar contruidos de modo que no queden expuestas partes que transporten energía, excepto las correspondientes a las partes exteriores de las piezas de contacto o de la tapa que cubre los alambres. La cubierta de las terminales de los cables debe ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

f) **Mecanismos de separación de las clavijas.** Los mecanismos de separación de las clavijas de conexión no deben afectar negativamente a la conexión de los vástagos de la clavija con los receptáculos.

g) **No intercambiables.** Los conectores y clavijas deben estar contruidas de modo que el receptáculo no admita una clavija con distinta tensión eléctrica o capacidad de conducción de corriente nominales para las que esté diseñado. Los receptáculos y cordones de conexión sin puesta de tierra, no deben permitir la conexión de clavijas con puesta de tierra.

*Excepción: Se permite que un receptáculo o conector en T de 20 A pueda conectar una clavija de 15 A para la misma tensión eléctrica.*

h) **Receptáculos en tapas sobrepuestas.** Los receptáculos instalados en tapas sobrepuestas no se deben sujetar únicamente con un solo tornillo.

*Excepción: Los dispositivos, conjuntos o tapas aprobados e identificados para ese uso.*

##### 410-57. Receptáculos en lugares húmedos o mojados

a) **Lugares húmedos.** Un receptáculo instalado en el exterior en un lugar protegido contra la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener una envolvente para el receptáculo que sea a prueba de intemperie cuando el receptáculo esté cubierto (sin meter la clavija y con la tapa cerrada).

Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos. Se considera que un receptáculo está en un lugar protegido contra la intemperie cuando esté instalado en pórticos abiertos bajo techo, marquesinas, cornisas y similares, y no se encuentre expuesto a salpicaduras de la lluvia o caídas de agua.

b) **Lugares mojados.** Un receptáculo instalado en un lugar mojado debe estar en una envolvente a prueba de intemperie, cuya integridad no se vea afectada cuando se introduzca la clavija.

*Excepción:* Se permite que haya envolventes que no sean a prueba de intemperie cuando se introduzca la clavija, en el caso de los receptáculos instalados en lugares mojados para usar con herramientas eléctricas portátiles u otras luminarias de mano que se conectan a la salida sólo cuando son utilizados.

c) **En bañeras y regaderas.** No se debe instalar receptáculos en los espacios próximos a las bañeras y regaderas.

d) **Protección de los receptáculos instalados en el piso.** Las cajas donde vayan instalados los receptáculos en piso deben permitir la operación de equipo pero sin afectar a los receptáculos.

e) **Montaje al ras con tapa protectora.** La envolvente de receptáculos, en una caja de salida montada al ras con la superficie de la pared, se debe hacer a prueba de intemperie por medio de una tapa protectora de intemperie que constituya una junta hermética al agua entre la tapa y la superficie de la pared.

f) **Instalación.** Una toma de salida para receptáculo instalada en exterior debe estar situada de modo que no sea probable que el agua acumulada toque a la tapa o placa protectora del registro.

#### 410-58. Receptáculos, adaptadores, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra

a) **Polos de puesta de tierra.** Los receptáculos, conector con cordón y las clavijas del tipo de puesta a tierra deben llevar un polo fijo de tierra, además de los polos normales del circuito.

b) **Identificación del polo de puesta a tierra.** Los receptáculos, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra deben disponer de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipo al polo de tierra. La terminal de conexión para el polo de tierra debe distinguirse por:

- 1) Un tornillo de cabeza hexagonal o tuerca hexagonal de color verde, que no se quite fácilmente.
- 2) Un conector a presión de color verde (barril para cable).
- 3) En el caso de los adaptadores, un conector similar de color verde.

La terminal de puesta a tierra del adaptador debe ser una zapata rígida de color verde o un dispositivo similar. La conexión de puesta a tierra debe estar diseñada de modo que no pueda hacer contacto con otras partes energizadas de la base, adaptador o clavija. El adaptador debe estar polarizado.

- 4) Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor debe estar identificado con la palabra "verde" o "tierra" o las letras "V" o "T", o "G" o "GR" o el símbolo internacional de puesta tierra indicado en la figura 410-58. Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo puede desmontarse fácilmente, debe marcarse del mismo modo la zona adyacente.



FIGURA 410-58.- Símbolo de puesta a tierra IEC No. 5019

c) **Uso de la terminal de puesta a tierra.** La terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para otro objetivo que para puesta a tierra.

d) **Requisitos de los polos de puesta a tierra.** Las clavijas, sus conectores con cordón y receptáculos con puesta a tierra, deben estar diseñadas de modo que la conexión de puesta a tierra se haga antes que las conexiones portadoras de corriente eléctrica. Los dispositivos de tipo puesta a tierra deben estar diseñados de modo que los vástagos o polos de puesta a tierra de las clavijas no puedan entrar en contacto con las partes energizadas de los receptáculos o de los conectores.

e) **Uso.** Las clavijas de tipo puesta a tierra sólo se deben utilizar con cables que tengan conductor de puesta a tierra.

#### L. Disposiciones especiales para luminarias empotrables y de montaje a nivel de superficie

**410-64. Requisitos generales.** La instalación de luminarias empotradas en techos o paredes debe cumplir lo establecido en 410-65 hasta 410-72.

##### 410-65. Temperatura

a) **Materiales combustibles.** Las luminarias deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes a las mismas no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

b) **Construcción resistente al fuego.** Cuando se empotre una luminaria en un material resistente al fuego en un edificio o en una construcción resistente al fuego, se debe considerar que es aceptable una temperatura superior a 90 °C pero no superior a 150 °C, si la luminaria está claramente marcada como listada para esa aplicación.

c) **Luminarias incandescentes empotradas.** Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar aprobadas e identificadas como protegidas térmicamente.

*Excepción 1: Las luminarias con lámparas incandescentes empotradas en concreto, aprobadas e identificadas para ese uso.*

*Excepción 2: Las luminarias con lámparas incandescentes empotradas, aprobadas e identificadas de forma que por su diseño y construcción, ofrezcan un comportamiento equivalente al de lámparas térmicamente protegidas y estén identificadas de ese modo.*

##### 410-66. Espaciamiento e instalación

a) **Espaciamiento.** Las partes empotradas de los gabinetes para luminarias que no estén en los puntos de apoyo, deben tener una separación mínima de 13 mm de los materiales combustibles.

*Excepción: Las luminarias empotradas aprobadas e identificadas como adecuadas para que su material aislante esté en contacto directo con la luminaria.*

b) **Instalación.** El aislante térmico no se debe instalar a menos de 8 cm del recinto donde vaya empotrado el equipo de alumbrado, compartimento para cables o balastro, y no se debe instalar encima del equipo de alumbrado de modo que acumule el calor y evite la circulación libre de aire.

*Excepción: Las luminarias empotradas aprobadas e identificadas como adecuadas para que su material aislante esté en contacto directo con el equipo.*

##### 410-67. Cableado

a) **Requisitos generales.** Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

b) **Conductores del circuito.** Se permite que terminen dentro del equipo de alumbrado los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

c) **Conductores derivados.** Se permite que conductores derivados de un tipo adecuado, para las temperaturas que se vayan a generar pasen desde la terminal de conexiones de la luminaria hasta una caja de salida situada al menos a una distancia de 30 cm del equipo. Los conductores derivados deben ir en una canalización adecuada o ser cable del tipo AC o MC, y tener como mínimo 45 cm de longitud y no mayor de 1,8 m.

#### M. Requisitos de construcción de luminarias empotrables y de montaje a nivel de superficie

**410-68. Temperatura.** Las luminarias deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**410-69. Cubiertas.** Las cubiertas metálicas de las luminarias montadas al ras o empotradas deben estar protegidas contra la corrosión y ser de un espesor nominal no inferior a 0,8 mm.

*Excepción:* Se permite que la tapa del compartimento de los cables sea de material más delgado, siempre que esté instalada dentro de la cubierta de espesor nominal 0,8 mm y no sirva de apoyo a componentes activos de la instalación.

**410-70. Marcado de la potencia de las lámparas.** Las luminarias para lámparas incandescentes deben ir marcadas con la potencia máxima de las lámparas que se permita instalar, en watts. Las marcas deben ser permanentes con letras y números de 6 mm de alto como mínimo y situarse de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

**410-71. Prohibida la soldadura.** Está prohibida la soldadura de baja fusión en los gabinetes de las luminarias.

**410-72. Portalámparas.** Los portalámparas con casquillo roscado deben ser de porcelana u otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser de alta resistencia térmica.

#### N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1 000 V o menos

##### 410-73. Requisitos generales

a) **Tensión eléctrica de 1 000 V o menos en circuito abierto.** Los equipos que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y diseñados para tensiones eléctricas de 1 000 V o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) **Terminales energizadas.** Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar energizadas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

c) **Transformadores en aceite.** No se deben utilizar transformadores en aceite.

d) **Requisitos adicionales.** Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, deben cumplir con la Parte P de este Artículo.

e) **Protección térmica.** En las instalaciones interiores con alumbrado fluorescente, los balastos deben llevar protección térmica integral. Cuando se repongan los balastos, para todas las instalaciones fluorescentes en interiores deben llevar también protección térmica integral.

*Excepción 1:* Las luminarias para tubos fluorescentes rectos con balastos de reactancia sencillos.

*Excepción 2:* Los balastos para uso en luces indicadoras de salidas e identificados para ello.

*Excepción 3:* Las luces indicadoras de salidas que se enciendan únicamente en caso de emergencia.

f) **Luminarias de descarga de alta intensidad.** Los balastos de las luminarias de descarga de alta intensidad que se instalen empotradas, deben estar protegidos térmicamente e identificados así. Donde estas luminarias lleven un balastro remoto, tanto si están empotrados como si no lo están, el balastro debe estar también térmicamente protegido.

*Excepción:* Las luminarias de descarga de alta intensidad empotradas, aprobadas e identificadas para ese uso e instaladas en concreto.

NOTA: La protección térmica que se exige en 410-73 puede lograrse también por medios distintos a protectores térmicos.

**410-74. Luminarias de c.c.** Las luminarias instaladas en circuitos de c.c. deben ir dotadas de equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para funcionar con c.c. y deben estar marcadas.

**410-75. Luminarias con tensión eléctrica superior a 300 V en circuito abierto.** Los equipos con una tensión eléctrica en circuito abierto superior a 300 V no se deben instalar en unidades de vivienda, a menos que estén diseñadas para ello y no presentan partes expuestas vivas cuando las lámparas se inserten, estén instaladas o se vayan a quitar.

##### 410-76. Montaje de las luminarias

a) **Con balastros expuestos.** Las luminarias que tengan balastros o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastros o transformadores no estén en contacto con materiales combustibles.

b) **Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad.** Cuando se instale una luminaria que contenga un balastro en la superficie de un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar aprobada y listada para ello o montarse a una distancia no inferior a 38 mm de la superficie del tablero. Cuando dichas luminarias vayan empotradas o semi-empotradas, se deben considerar las disposiciones de las Secciones 410-64 a la 410-72

**NOTA:** Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad pueden ser hojas, paneles y baldosines con una densidad de  $320\text{kg/m}^3$  o menor y que estén formados por fibras vegetales aglutinadas, pero no se incluyen los tableros sólidos o laminados de madera ni de fibra de madera con densidad superior a  $320\text{kg/m}^3$  ni los materiales tratados integralmente con productos químicos resistentes a la propagación de la flama hasta el grado en que la velocidad de propagación de la flama en cualquier plano del material no exceda de 25, determinándose de acuerdo con las pruebas de combustión de materiales de construcción

#### 410-77. Equipo no integrado con las luminarias

a) **Gabinetes metálicos.** Los equipos auxiliares como reactores, resistencias, capacitores y similares, cuando no formen parte integral del equipo o aparato de alumbrado, deben estar encerrados en gabinetes metálicos permanentes y accesibles.

b) **Montaje independiente.** No es necesario que vayan en un gabinete independiente los balastros separados que estén diseñados para conexión directa a una instalación.

c) **Cableado de las secciones de luminarias.** El cableado de las secciones de luminarias va en pareja con un balastro o balastros que alimenta una o más lámpara instaladas. Para la conexión entre las parejas se permite usar tubo (*conduit*) metálico flexible de 9,5 mm de diámetro en tramos que no excedan de 7,62 m de según lo establecido en el Artículo 350. Se permite que los cables de luminarias que funcionen a la tensión eléctrica de suministro y alimenten sólo al balastro o balastros de una de las secciones vayan en la misma canalización que los cables de alimentación de las lámparas de la otra sección.

410-78. **Autotransformadores.** Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión eléctrica a más de 300 V como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente a través de un sistema puesto a tierra.

410-79. **Desconectores.** Los desconectores de seguridad deben cumplir lo establecido en 380-14.

### O. Disposiciones especiales para luminarias de descarga eléctrica de más de 1 000 V

#### 410-80. Requisitos generales

a) **Tensión eléctrica de más de 1 000 V en circuito abierto.** Las luminarias que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y proyectados para tensiones eléctricas de más de 1 000 V en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) **En unidades de vivienda.** Los equipos con tensión eléctrica de más de 1 000 V en circuito abierto no se deben instalar en unidades de vivienda.

c) **Partes vivas.** Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar como partes vivas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

d) **Otros requisitos.** Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, las luminarias de descarga deben cumplir también con la Parte Q de este Artículo.

**NOTA.** Para alumbrado de relice y anuncios luminosos, véase el Artículo 600.

#### 410-81. Control

a) **Desconexión.** Las luminarias o instalaciones de lámparas deben estar controladas individualmente o en grupos operables desde fuera mediante un interruptor automático o por medio de un desconector que abra simultáneamente todos los conductores energizados del primario.

b) **Desconectador instalado a la vista o con bloqueo.** El medio de desconexión o el interruptor automático deben estar situados a la vista de las luminarias o de las lámparas o se permite localizarlos en cualquier lugar si cuentan con un medio para bloquearlos en la posición abierta.

**410-82. Terminales de las lámparas y portalámparas.** Las partes que haya que quitar para cambiar las lámparas deben ser abisagradas o fijas por un medio de tipo cautivo. Las lámparas y portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen partes expuestas vivas al poner o quitar las lámparas.

**410-83. Tensión eléctrica nominal de los transformadores.** Los transformadores y balastos deben tener una tensión eléctrica del secundario en circuito abierto no superior a 15 000 V, con una tolerancia para prueba de 1 000 V adicionales. El valor de la corriente eléctrica del secundario no debe ser mayor de 120 mA para una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 7 500 V y no mayor a 240 mA para 7 500 V o menos.

**410-84. Tipos de transformadores.** Los transformadores deben ser de tipo cerrado, aprobados y listados.

**410-85. Conexiones del secundario de los transformadores.** Los devanados de alta tensión de dos transformadores no se deben conectar entre sí ni en serie ni en paralelo.

*Excepción:* Se permite que dos transformadores que tengan cada uno un extremo de su devanado de alta tensión puesto a tierra y conectado a la caja, tengan conectados en serie sus devanados de alta tensión para formar el equivalente a un transformador puesto a tierra en su punto medio. Los extremos puestos a tierra deben estar conectados por conductores aislados de tamaño nominal no menor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG).

**410-86. Localización de los transformadores**

a) **Accesibles.** Los transformadores deben estar accesibles después de su instalación.

b) **Conductores del secundario.** Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que los conductores del secundario sean lo más cortos posible.

c) **Al lado de materiales combustibles.** Los transformadores deben instalarse de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**410-87. Carga de los transformadores.** Las lámparas conectadas a cualquier transformador deben ser de longitud y características tales que no causen una continua sobretensión eléctrica del transformador.

**410-88. Método de cableado de los conductores del secundario.** Los conductores del secundario se deben instalar de acuerdo con lo establecido en 600-32.

**410-89. Soporte de las lámparas.** Las lámparas deben estar adecuadamente apoyadas, como se exige en 600-33.

**410-90. Protegidas contra daños.** No se deben instalar las lámparas donde puedan estar normalmente expuestas a daño físico.

**410-91. Marcado.** Cada luminaria o cada circuito secundario que tenga una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 1 000 V, debe tener una marca claramente legible con letras de tamaño no menor a 6 mm de alto, que indique: "Precaución, ..... V". La tensión eléctrica indicada debe ser la nominal en circuito abierto.

**410-92. Desconectadores.** Los desconectadores de seguridad deben cumplir lo establecido en 380-14.

## P. Rieles de iluminación

**410-100. Definición.** Un riel de iluminación es un conjunto fabricado, diseñado para soportar mecánicamente y suministrar energía eléctrica a luminarias que puedan reemplazarse fácilmente del riel. Su longitud se puede alterar agregando o quitando secciones de riel.

#### **410-101. Instalación**

**a) Riel de iluminación.** Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados permanentemente a un circuito derivado. En los rieles sólo se deben instalar dispositivos especiales para rieles de iluminación. Los rieles de iluminación no deben estar equipados con receptáculos de uso general.

**b) Cargas conectadas.** Las cargas conectadas a los rieles de iluminación no deben superar la capacidad nominal del riel. Un riel de iluminación debe estar conectado a un circuito secundario de una capacidad nominal no superior a la del riel.

**c) Lugares no permitidos.** No se deben instalar rieles de iluminación:

- (1) donde sea probable que puedan sufrir daño físico;
- (2) en lugares húmedos o mojados;
- (3) donde estén expuestos a vapores corrosivos;
- (4) en cuartos de almacenamiento de baterías;
- (5) en áreas peligrosas (clasificadas);
- (6) ocultos;
- (7) atravesando paredes o tabiques;
- (8) a menos de 1,5 m sobre la superficie del piso, excepto si están protegidos contra daño físico o funcionan a un valor eficaz de tensión eléctrica de menos de 30 V en circuito abierto.
- (9) dentro de la zona medida de 90 cm horizontalmente y 2,5 m verticalmente desde la parte superior del borde de la tina de baño.

**d) Sujeción.** Los accesorios identificados para utilizarse con rieles de iluminación deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel en el que vayan a instalarse. Deben ir sujetos al riel, mantener la polaridad, la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

**410-102. Carga de los rieles.** Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 60 cm de longitud o una fracción del mismo, equivale a 150 VA. Cuando se instalen rieles con varios circuitos, los requisitos de carga de esta Sección deben considerarse divididos equitativamente entre los circuitos.

**Excepción:** Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.

**NOTA:** Este valor de 150 VA por cada 60 cm de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de luminarias permitidos.

**410-103. Riel de alumbrado de servicio pesado.** Un riel de iluminación de servicio pesado debe estar aprobado e identificado para usarse a más de 20 A. Cada accesorio conectado a un riel de iluminación de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

**410-104. Sujeción.** Los rieles de iluminación deben estar sujetos de modo que cada soporte sea adecuado para soportar el máximo peso de las luminarias que se puedan instalar. Un tramo de 1,2 m o menos debe tener dos soportes y, cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual no mayor de 1,2 m debe llevar un soporte adicional, a menos que estén aprobados para apoyarse a intervalos mayores.

#### **410-105. Requisitos de construcción**

**a) Construcción.** La armazón de los rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la armazón del riel, permitiendo la inserción de las luminarias y estar diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con las partes vivas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones eléctricas. Los conductores instalados en los rieles deben tener un tamaño nominal mínimo de 3,31 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas.



*Excepción: Las luminarias que incorporen un dispositivo integral para reducir la tensión eléctrica a un valor menor de tensión eléctrica de la lámpara.*

b) **Puesta a tierra.** Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra cumpliendo lo establecido en el Artículo 250. Las distintas secciones del riel deben estar perfectamente acopladas de modo que mantengan la continuidad, la polaridad y la puesta a tierra de todo el circuito.

## ARTÍCULO 411 - SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS

**411-1. Alcance.** Este Artículo cubre los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos y sus componentes.

**411-2. Sistemas de alumbrado a 30 V o menos.** Un sistema de alumbrado que funcione a 30 V o menos, es el que consiste en una fuente de alimentación separada, de 30 V (42,4 V pico) o menos en cualquier condición de carga, con uno o más circuitos secundarios, cada uno limitado a 25 A máximo, que alimente a luminarias y equipos asociados identificados para ese uso.

**411-3. Aprobación requerida.** Los sistemas de alumbrado de 30 V o menos deben estar aprobados para ese uso.

**411-4. Lugares no permitidos.** No deben instalarse sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos:  
(1) cuando estén ocultos o se extiendan a través de las paredes de una construcción a menos que se utilice un método de instalación especificado en el Capítulo 3, o  
(2) a una distancia menor de 3 m de albercas, tinas de hidromasaje, fuentes o instalaciones similares, excepto lo permitido en el Artículo 680.

### 411-5. Circuitos secundarios

a) **Puesta a tierra.** Los circuitos secundarios no deben estar puestos a tierra.

b) **Aislamiento.** El circuito secundario debe estar aislado de otros circuitos derivados por medio de un transformador de aislamiento.

c) **Conductores desnudos.** Los conductores desnudos y las partes expuestas están permitidos. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2,1 m sobre la superficie del piso, excepto si están específicamente aprobados para instalarlos a menor altura.

**411-6. Circuitos derivados.** Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben estar alimentados por un circuito derivado de 20 A máximo.

**411-7. Áreas peligrosas (clasificadas).** Además de las disposiciones de este Artículo, cuando estén instalados en áreas peligrosas (clasificadas), estos sistemas deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001



# CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES

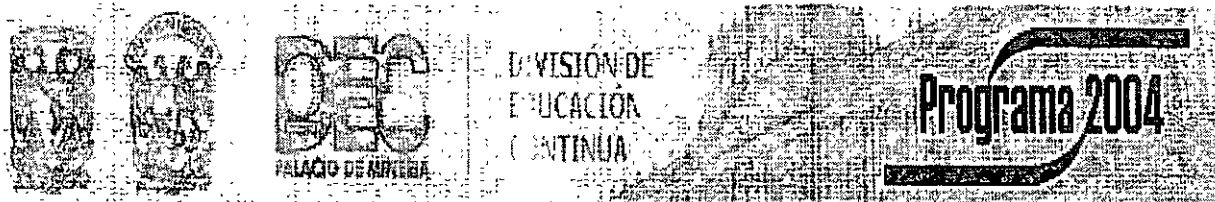
TEMA:

**"ACCESORIOS PARA EL ALUMBRADO EXTERIOR"**

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

**DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



ACCESORIOS · POSTES

POSTE CONICO CIRCULAR, HEXAGONAL Y OCTAGONAL.

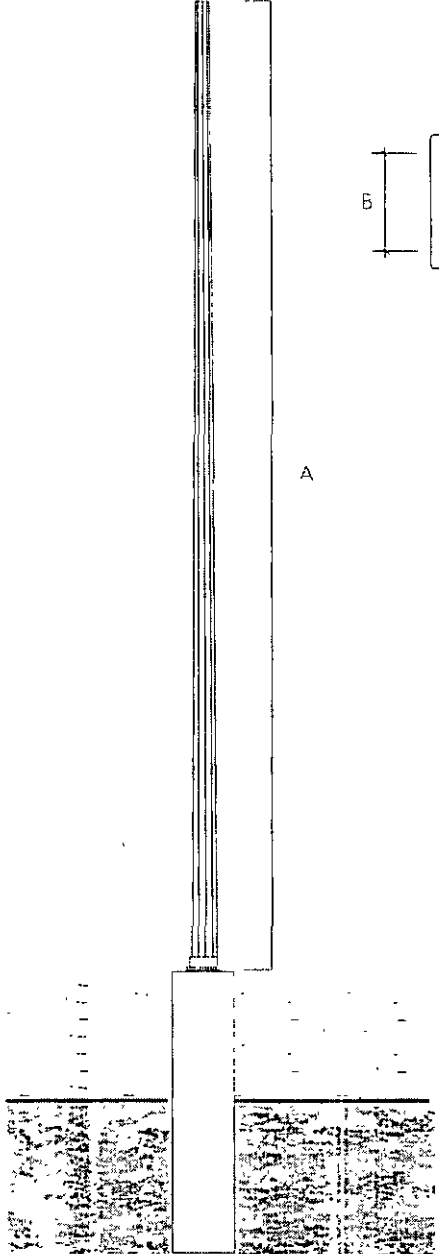
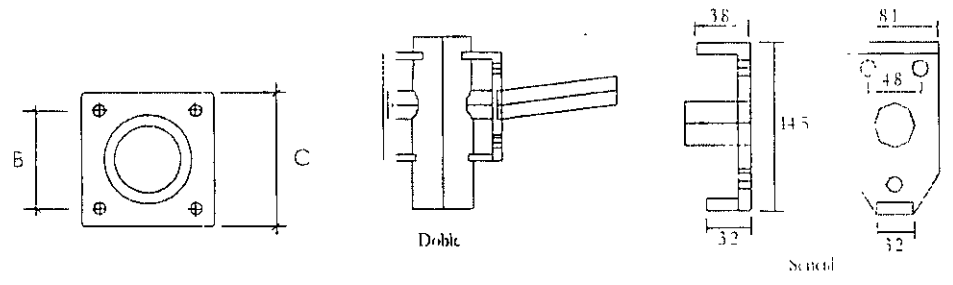
Fabricado en:

1. Lámina calibre 11, U.S.G., con niple, con una o dos perchas para 1 ó 2 luminarios máximo.
2. Lámina calibre 3/16, U.S.G., para 3, 4 ó 5 luminarios máximo y/o zonas geográficas costeras o de vientos fuertes promedio.

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.

Detalle de perchas o acoplamientos  
(unidades en centímetros)



CATALOGO	A (mts)	B (cms)	C (cms)
PCC-400	4.00	19.00	28x28
PCC-450	4.50	19.00	28x28
PCC-500	5.00	19.00	28x28
PCC-550	5.50	19.00	28x28
PCC-600	6.00	19.00	28x28
PCC-650	6.50	19.00	28x28
PCC-700	7.00	19.00	28x28
PCC-750	7.50	19.00	28x28
PCC-800	8.00	19.00	28x28
PCC-850	8.50	19.00	28x28
PCC-900	9.00	19.00	28x28
PCC-950	9.50	19.00	28x28
PCC-1000	10.00	27.00	35x35
PCC-1050	10.50	27.00	35x35
PCC-1100	11.00	27.00	35x35
PCC-1150	11.50	27.00	35x35
PCC-1200	12.00	27.00	35x35
PCC-1250	12.50	27.00	35x35
PCC-1300	13.00	27.00	35x35
PCC-1350	13.50	27.00	35x35
PCC-1400	14.00	27.00	35x35
PCC-1450	14.50	27.00	35x35



Ave Juarez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautlilan Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
TEL. Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactosluminicos.com



**POSTE RECTO CIRCULAR DE 3" Y 4" DE DIAMETRO, CEDULA 30 Y 40.**

Fabricado en:

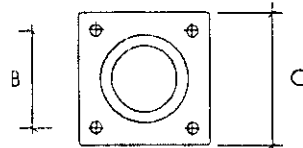
1. Cédula 30 para 1 ó 2 luminarios en zonas geográficas normales. Diámetro 3".
2. Cédula 40 para 3, 4 ó 5 luminarios en zonas geográficas costeras o con vientos fuertes promedio. Diámetro 4".

Terminados:

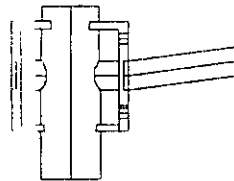
1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.

Poste recto circular de 3" de diametro

CATALOGO	A (mts)	B (cms)	C (cms)
PRIII-300	3.00	19.00	27x27
PRIII-350	3.50	19.00	27x27
PRIII-400	4.00	19.00	27x27
PRIII-450	4.50	19.00	27x27
PRIII-500	5.00	19.00	27x27
PRIII-550	5.50	19.00	27x27
PRIII-600	6.00	19.00	27x27
PRIII-650	6.50	19.00	27x27
PRIII-700	7.00	19.00	27x27



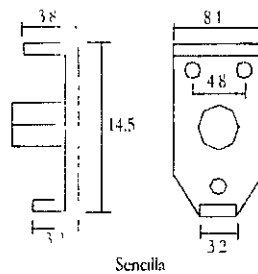
Detalle de perchas o acoplamientos  
(unidades en centumetros)



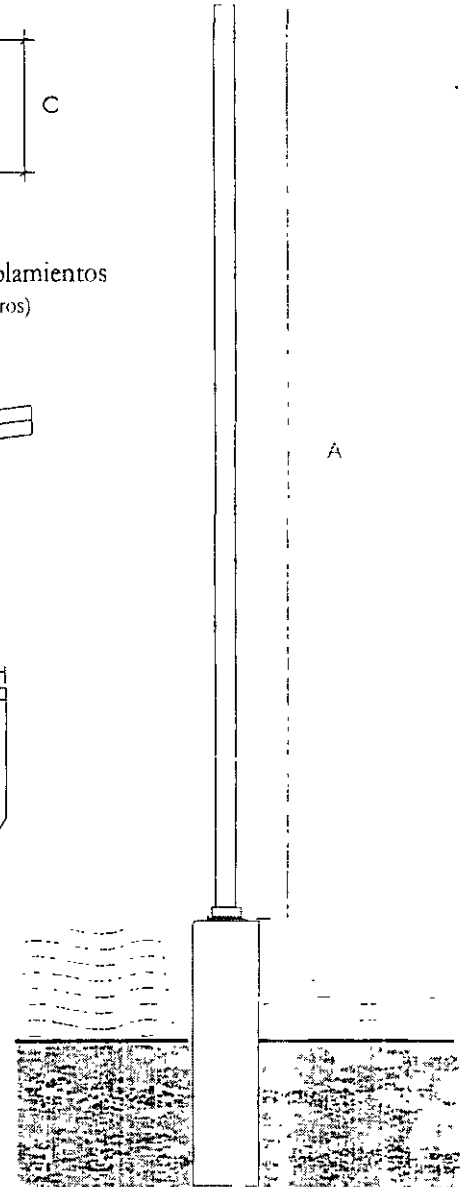
Doble

Poste recto circular de 4" de diametro

CATALOGO	A (mts)	B (cms)	C (cms)
PRIV-300	3.00	19.00	27x27
PRIV-350	3.50	19.00	27x27
PRIV-400	4.00	19.00	27x27
PRIV-450	4.50	19.00	27x27
PRIV-500	5.00	19.00	27x27
PRIV-550	5.50	19.00	27x27
PRIV-600	6.00	19.00	27x27
PRIV-650	6.50	19.00	27x27
PRIV-700	7.00	19.00	27x27
PRIV-750	7.50	19.00	27x27
PRIV-800	8.00	19.00	27x27
PRIV-850	8.50	19.00	27x27
PRIV-900	9.00	19.00	27x27
PRIV-950	9.50	19.00	27x27
PRIV-1000	10.00	19.00	27x27



Simple



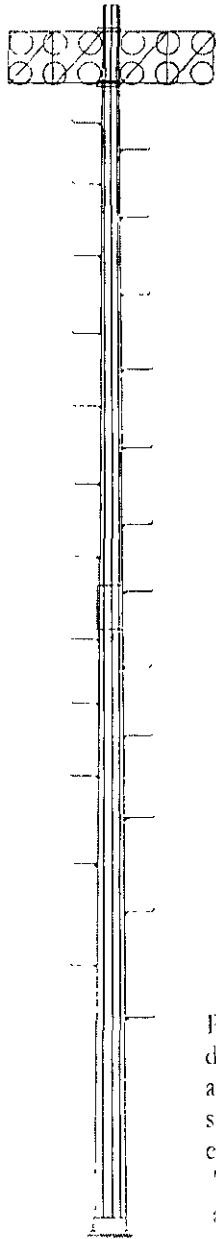
Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
TEL Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactosluminicos.com



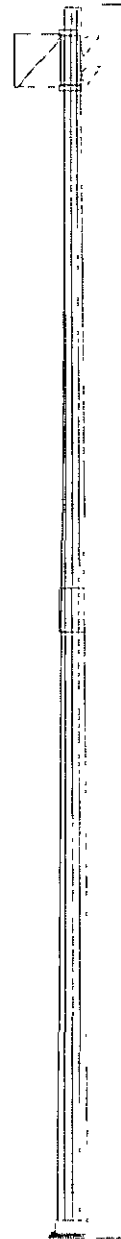
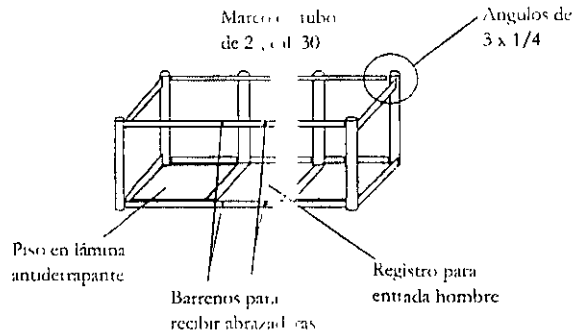
**POSTE CONICO DODECAGONAL.**

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



DETALLE DE CANASTILLA TIPICA



Poste diseñado para alumbrado de parques deportivos y son calculados de acuerdo al número de luminarias, altura requerida y vientos a soportar, así como el número de secciones en que deba fabricarse la caña, para facilitar su transporte. Estos postes llevan canastillas rectangulares fijas en acero estructural, para dar mantenimiento a las luminarias y escalones tipo "desmontables" en el cuerpo del poste, para tener acceso a ella, colocados a partir de 3 metros de altura sobre el nivel del piso.



Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo de México C.P. 54713  
 TEL. Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 [www.artefactosluminicos.com](http://www.artefactosluminicos.com)

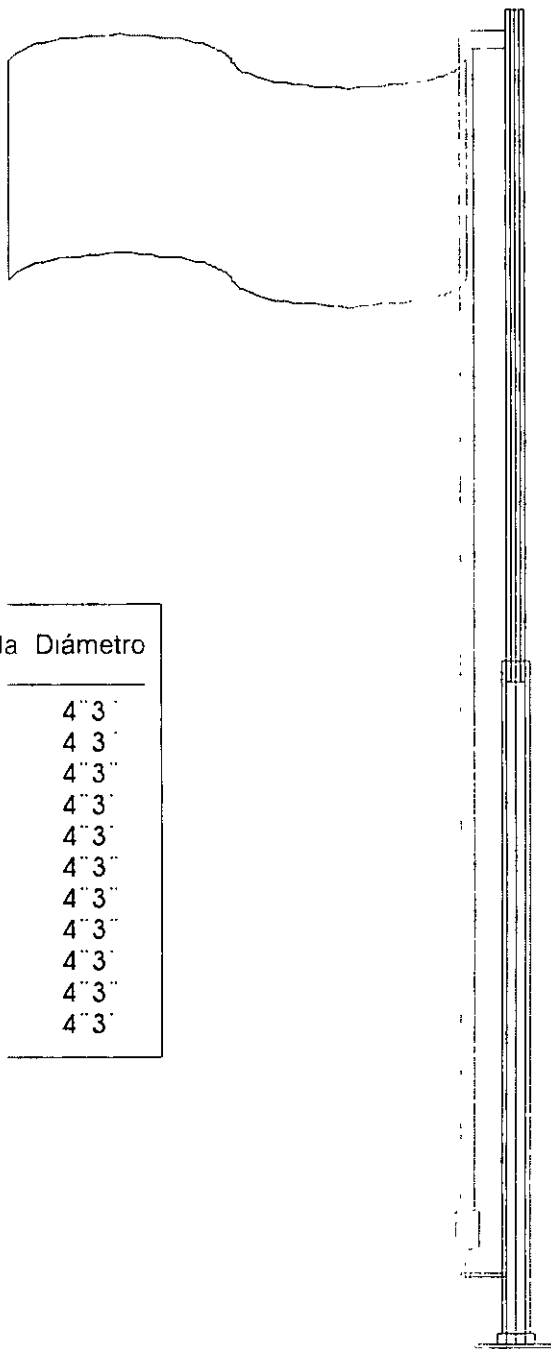


**POSTE PARA ASTA BANDERA TELESCOPICA.**

Fabricado en cédula 30.

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



CATALOGO	A (cms)	Cédula	Diámetro
AT-500	5.00	30	4" 3"
AT-550	5.50	30	4" 3"
AT-600	6.00	30	4" 3"
AT-650	6.50	30	4" 3"
AT-700	7.00	30	4" 3"
AT-750	7.50	30	4" 3"
AT-800	8.00	30	4" 3"
AT-850	8.50	30	4" 3"
AT-900	9.00	30	4" 3"
AT-950	9.50	30	4" 3"
AT-1000	10.00	30	4" 3"



Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactosluminicos.com



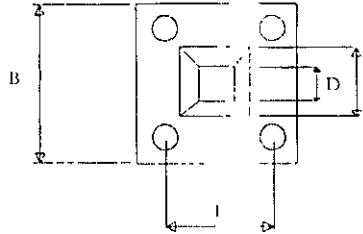
**POSTE CONICO CUADRADO.**

Fabricado en:

1. Lámina calibre 11, U.S.G., con niple o adaptación para montaje deseado, para 1 ó 2 luminarios máximo.
2. Lámina calibre 3/16, U.S.G., para 3, 4 ó 5 luminarios máximo y/o zonas geográficas costeras o de vientos fuertes promedio.

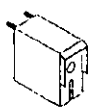
Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



CATALOGO	A (mts)	B (cms)	C (cms)	D (mts)	E (mts)
PCCD-400	4.00	35x35	15	7.5	27
PCCD-500	5.00	35x35	15	7.5	27
PCCD-600	6.00	35x35	15	7.5	27
PCCD-700	7.00	35x35	15	7.5	27
PCCD-750	7.50	35x35	15	7.5	27
PCCD-850	8.50	35x35	15	7.5	27
PCCD-950	9.50	35x35	15	7.5	27
PCCD-1000	10.00	35x35	15	7.5	27
PCCD-1100	11.00	35x35	15	7.5	27
PCCD-1200	12.00	35x35	15	7.5	27

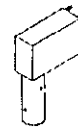
Detalle para diferentes montajes  
incluidos en los luminarios



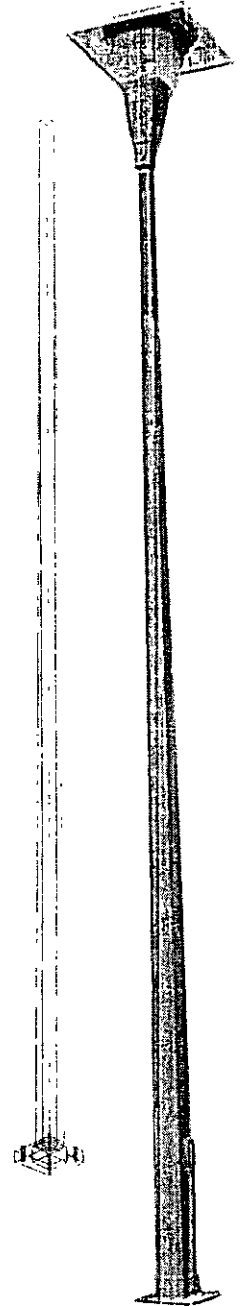
Percha



Abrazadera



Punta de poste



Ave Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P 54713  
TEL Y FAX. 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactosluminicos.com

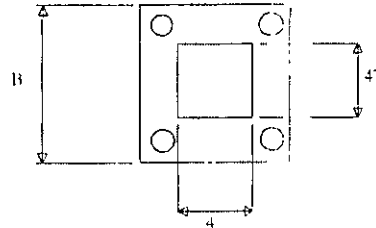


**POSTE RECTO CUADRADO DE 4" POR LADO.**

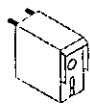
Fabricado con PTR calibre 5/32' color verde con niple o adaptación para montaje deseado.

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



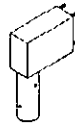
Detalle para diferentes montajes incluidos en los luminarios



Percha



Abrazadera



Punta de poste

CATALOGO	A (mts)	B (cms)
PRC-300	3.00	28x28
PRC-450	4.50	28x28
PRC-600	6.00	28x28
PRC-750	7.50	28x28
PRC-900	9.00	28x28
PRC-1050	10.50	28x28
PRC-1200	12.00	28x28



4 Luminarias



3 Luminarias



2 Luminarias



1 Luminaria

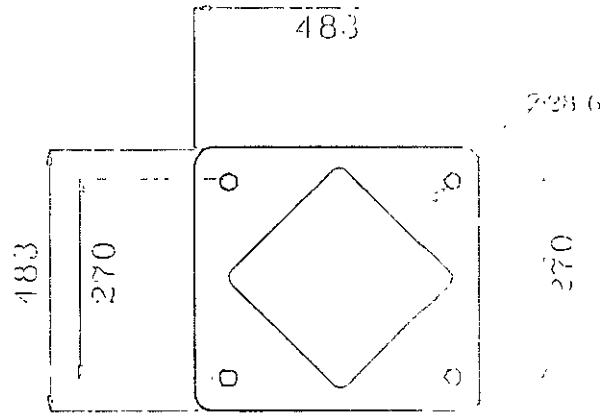
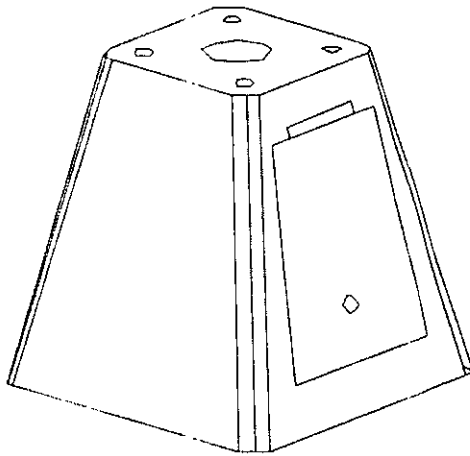


Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautlilan Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactosluminicos.com

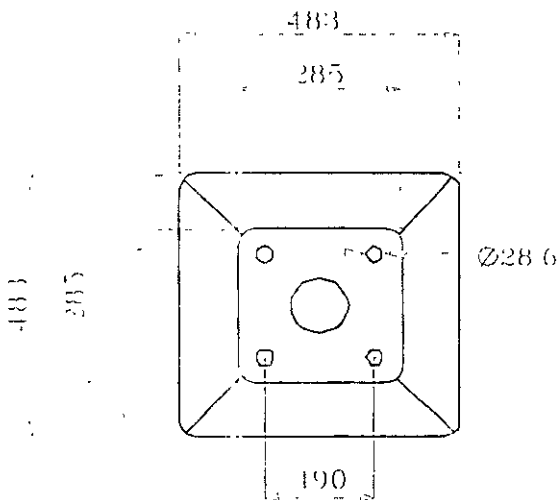




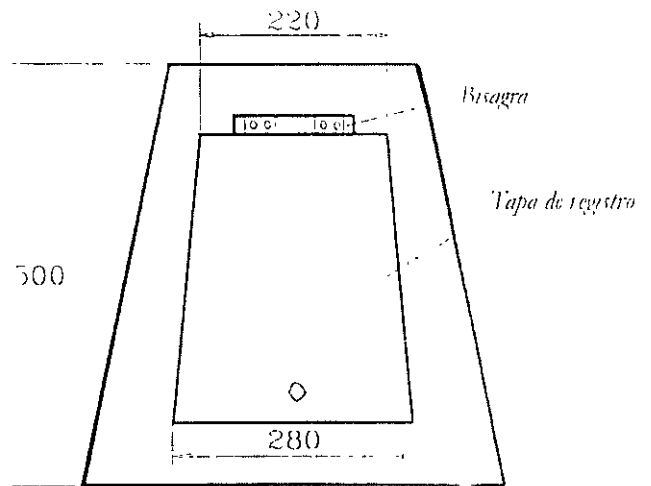
BASE PEDESTAL PARA POSTE METALICO.  
 CATALOGO No. BPN-1 (base pedestal normal)  
 CATALOGO No. BPP-1 (base pedestal pesada)  
 CATALOGO No. BPEX-1 (base pedestal extra pesada)  
 Terminado en primer anticorrosivo.



VISTA INFERIOR



VISTA SUPERIOR



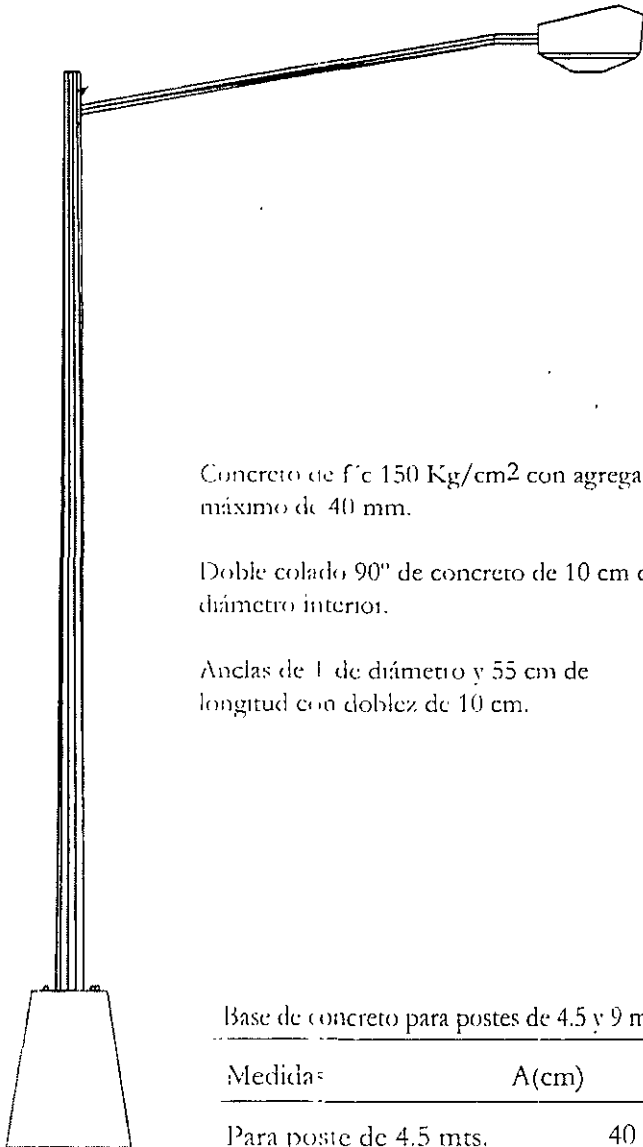
Unidades en milímetros



Ave Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactoslumnicos.com



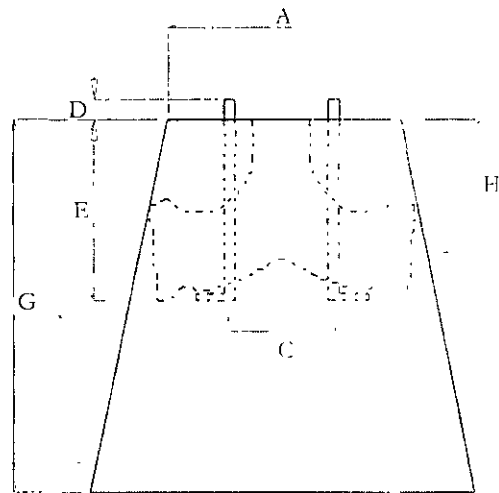
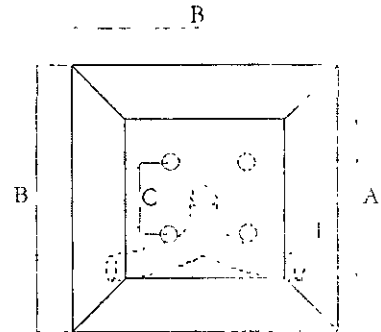
**BASE DE CONCRETO.**  
CATALOGO No. BC-1



Concreto de  $f'c$  150 Kg/cm<sup>2</sup> con agregado máximo de 40 mm.

Doble colado 90° de concreto de 10 cm de diámetro interior.

Anclas de 1 de diámetro y 55 cm de longitud con dobléz de 10 cm.

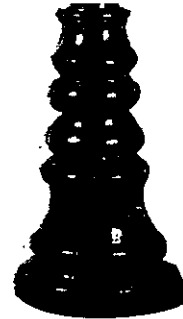
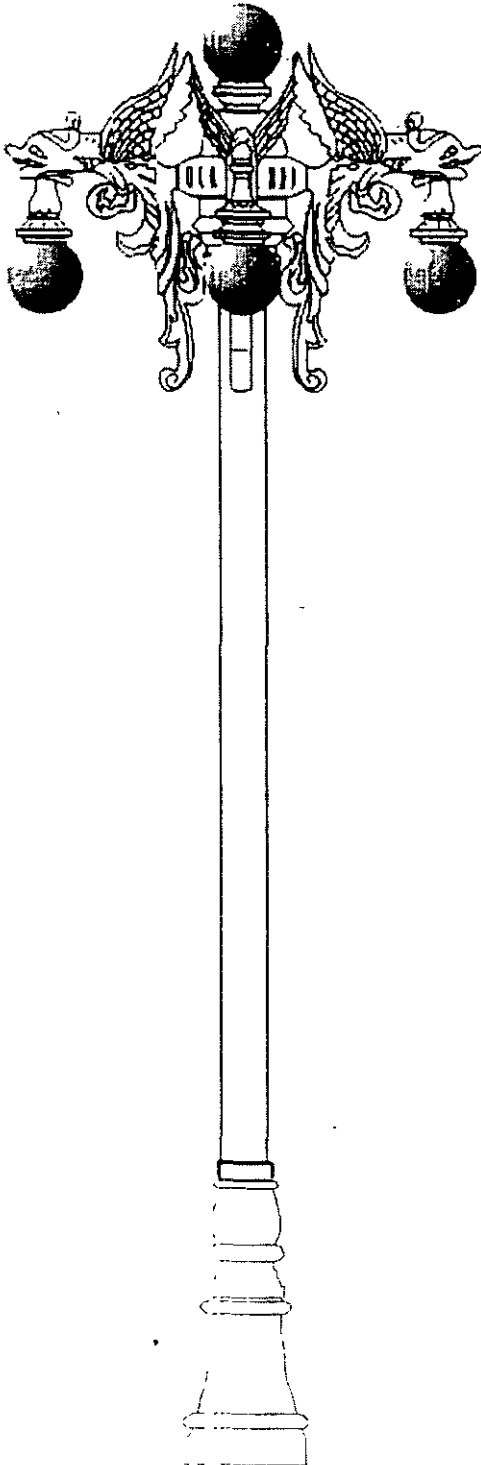


Base de concreto para postes de 4.5 y 9 metros

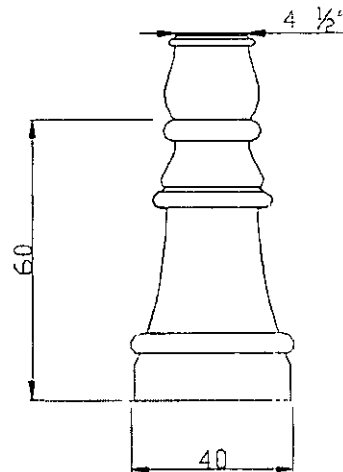
Medidas	A(cm)	B(cm)	C(cm)	D(cm)	E(cm)	F(cm)	G(cm)	H(cm)
Para poste de 4.5 mts.	40	80	19	6	49	28	90	38
Para poste de 9 mts.	60	100	27	6	49	28	100	38



BASE PEDESTAL DECORATIVA.  
CATALOGO No. BD-1



Su elegante diseño la hace ideal para iluminar gran variedad de proyectos arquitectónicos en áreas exteriores como: calles, avenidas, parques, plazas publicas, conjuntos residenciales, o como elemento decorativo tanto en exteriores como interiores en centros comerciales o restaurantes.



Unidades en centímetros



Ave Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
TEL Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 [www.artefactoslumnicos.com](http://www.artefactoslumnicos.com)

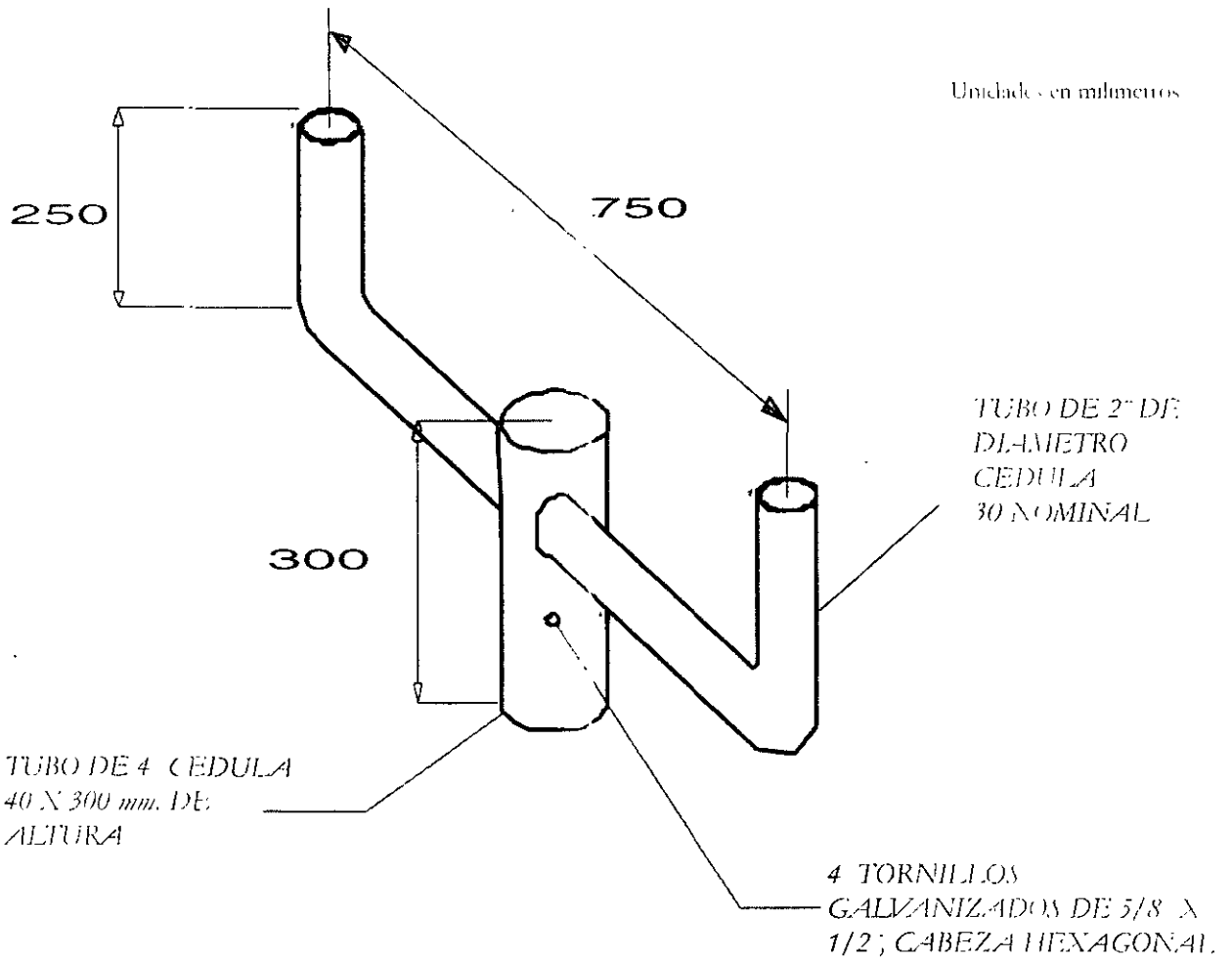


CRUCETA TUBULAR PARA 2 LUMINARIOS

CATALOGO No. C-TC30-2

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



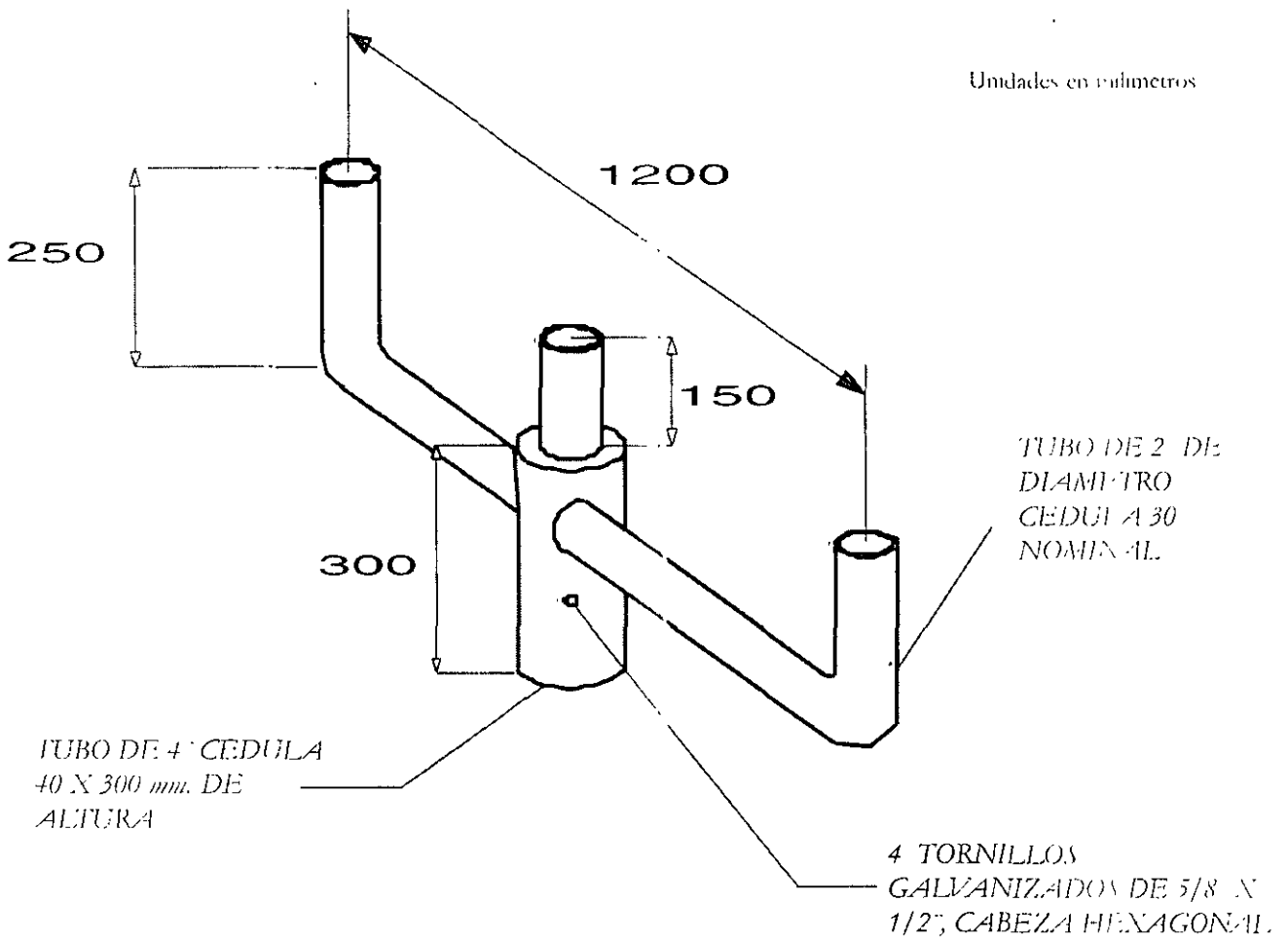
**CRUCETA TUBULAR PARA 3 LUMINARIOS**

CATALOGO No. C-TC30-3

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.

Unidades en milímetros



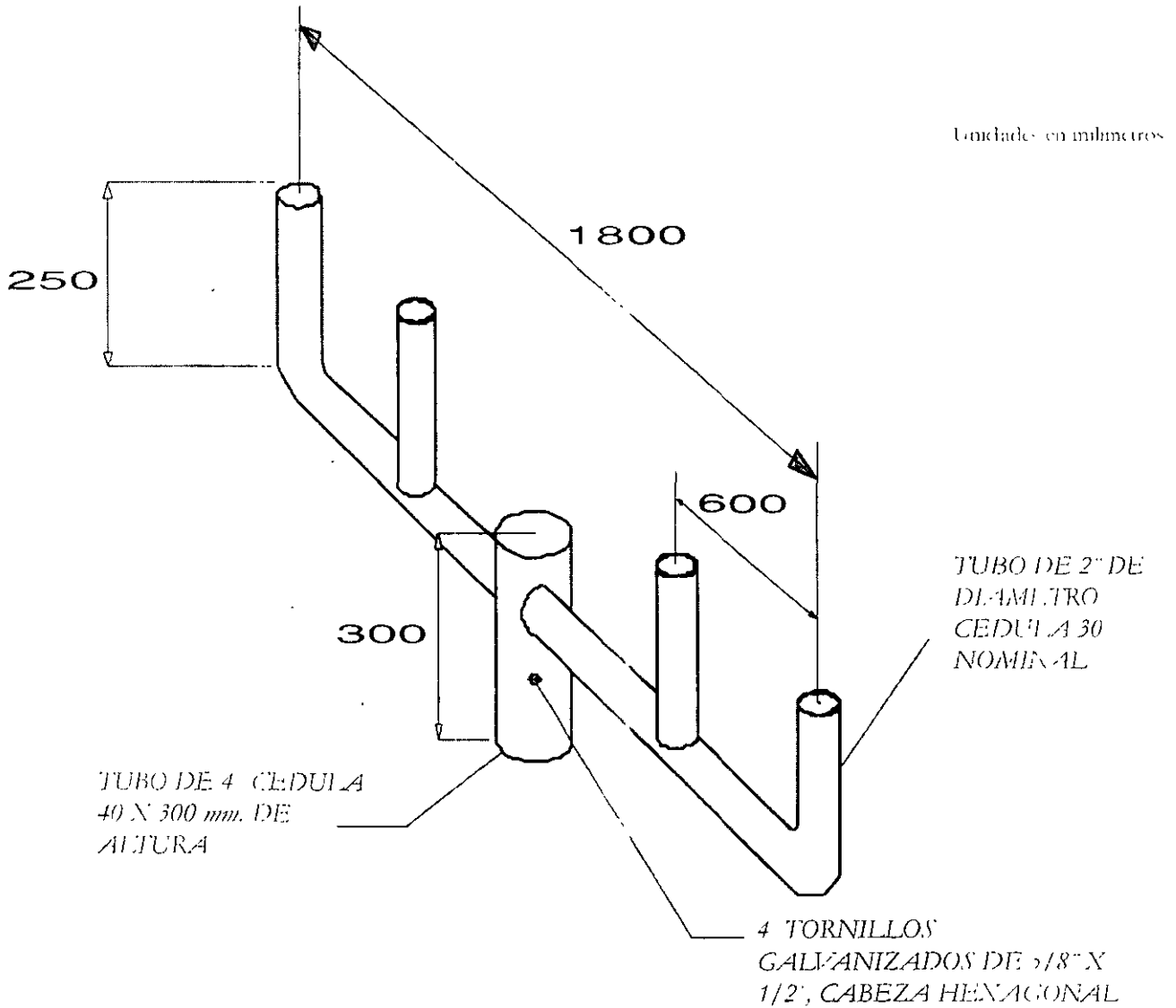
Ave Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
 TEL. Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 7173/78 [www.artefactoslumnicos.com](http://www.artefactoslumnicos.com)



**CRUCETA TUBULAR PARA 4 LUMINARIOS**  
**CATALOGO No. C-TC30-4-180°**

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.

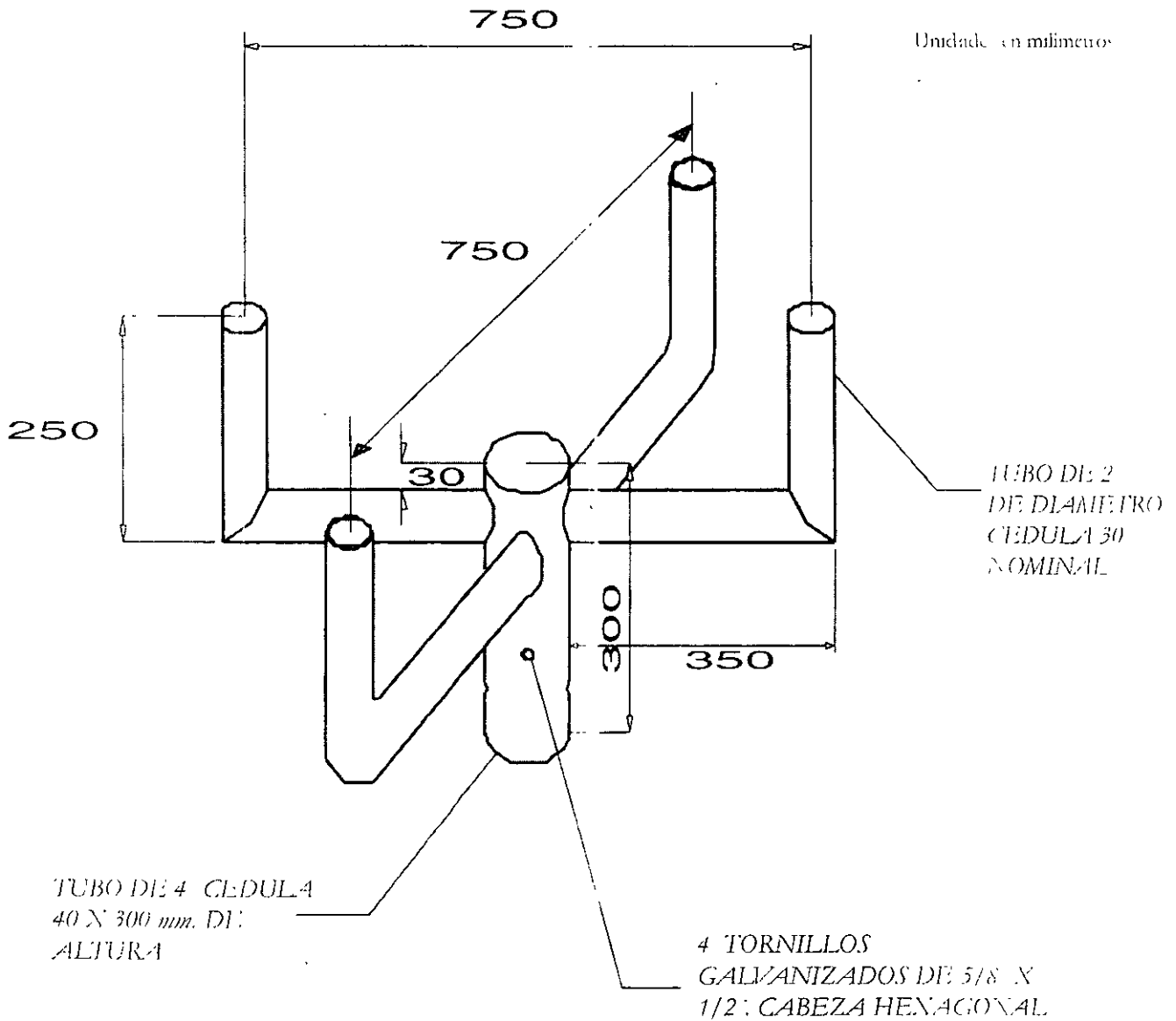


CRUCETA TUBULAR PARA 4 LUMINARIOS

CATALOGO No. C-TC30-4-90°

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



Ave Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX. 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactoslumnicos.com

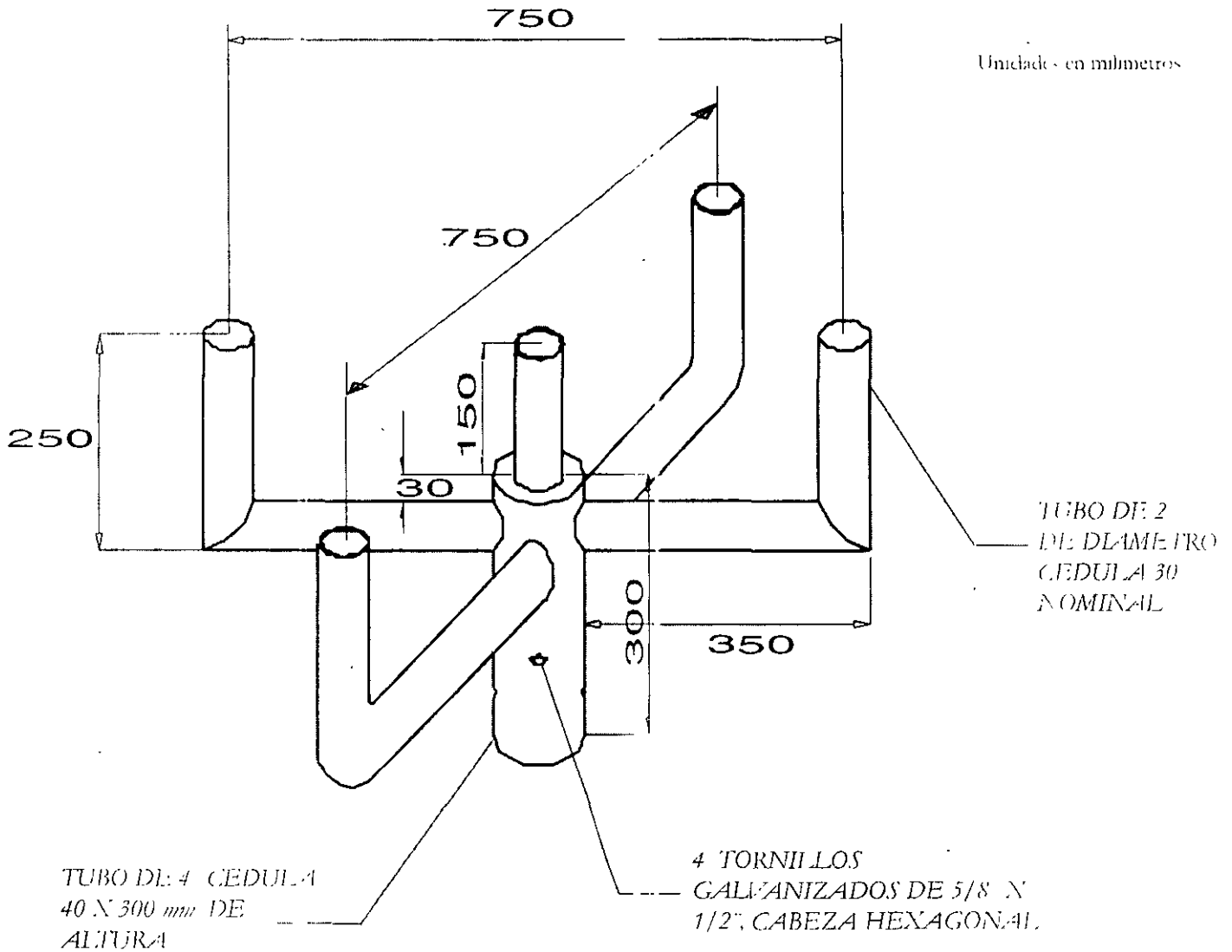


CRUCETA TUBULAR PARA 5 LUMINARIOS

CATALOGO No. C-TC30-5-90°

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
 TEL. Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 www.artefactosuminicos.com



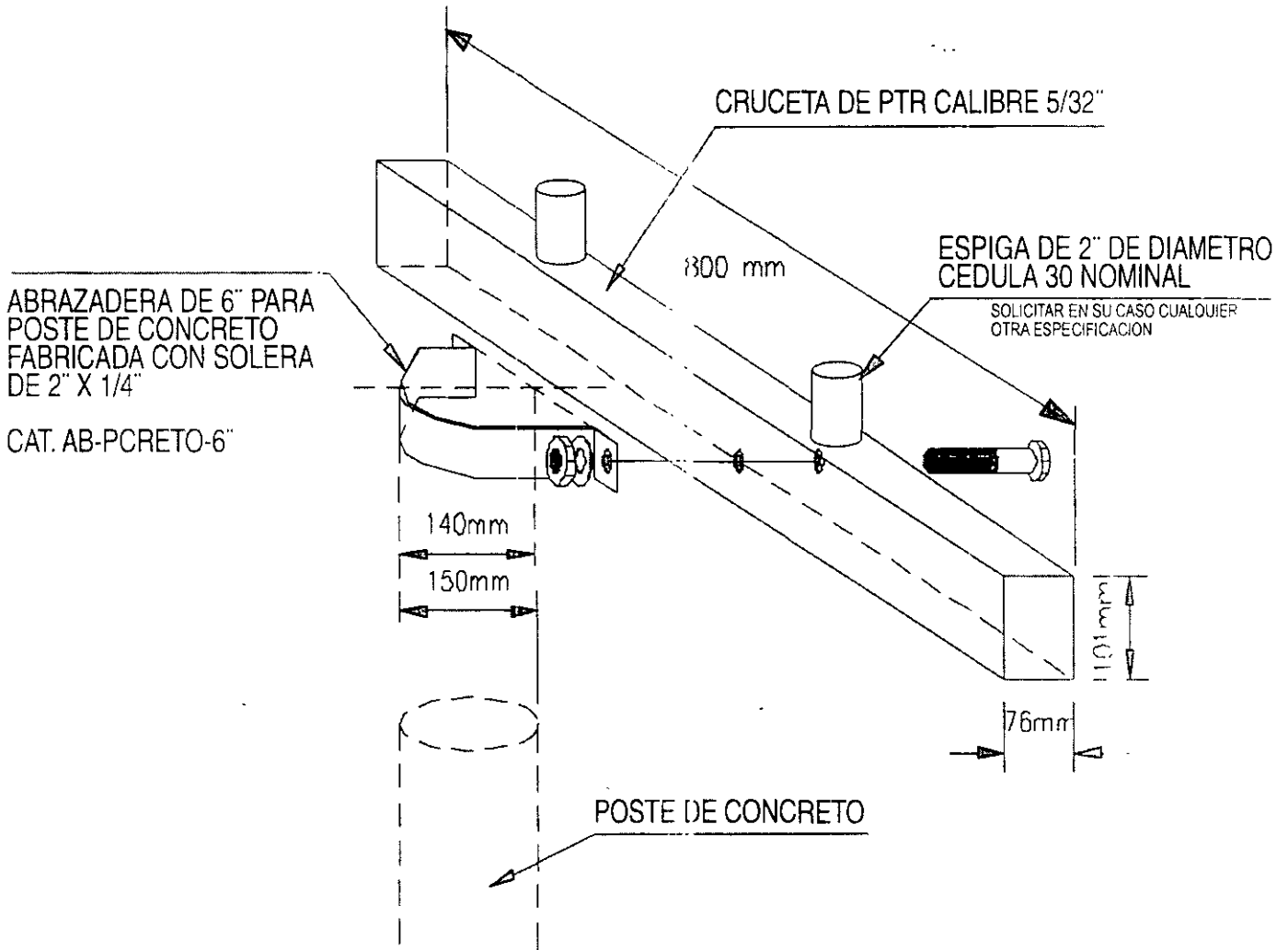


**CRUCETA DE PTR PARA 2 LUMINARIOS**

CATALOGO No. C-PTR-2

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



Nota. Puede usarse también en postes cónicos circulares de acero.



Ave. Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
TEL Y FAX. 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71 / 3/78 www.artefactosluminicos.com

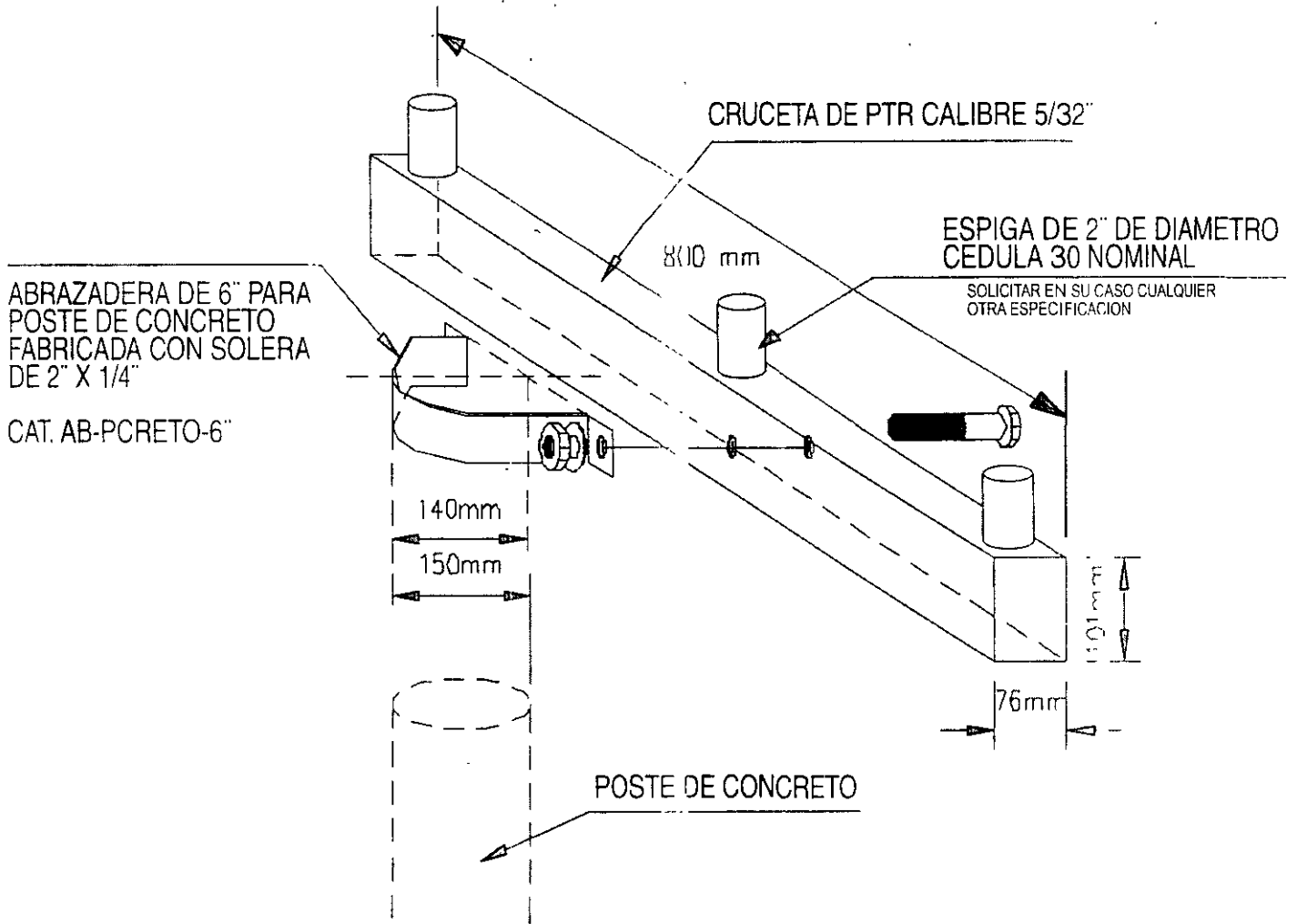


**CRUCETA DE PTR PARA 3 LUMINARIOS**

CATALOGO No. C-PTR-3

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



Nota. Puede usarse también en postes cónicos circulares de acero.



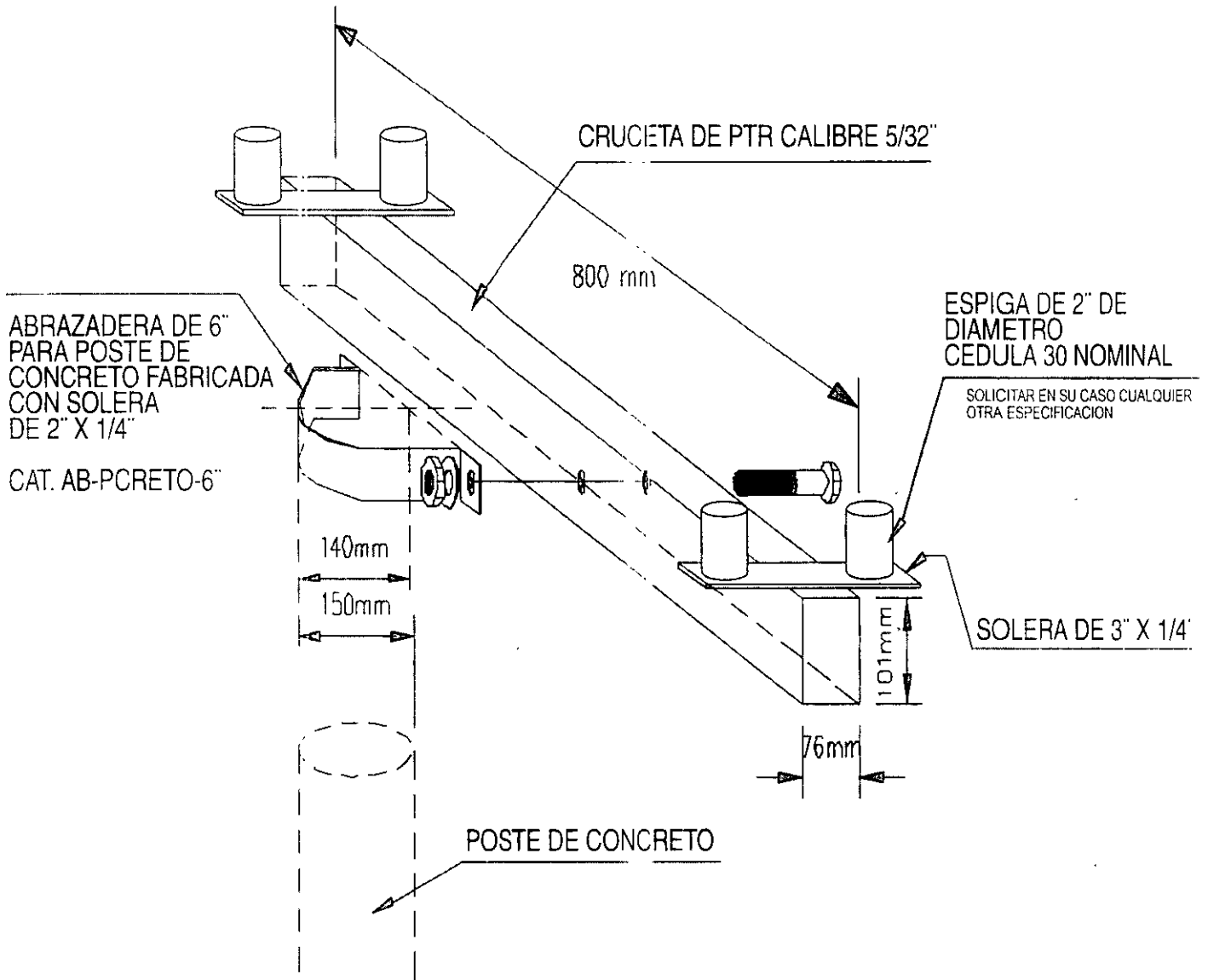
Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo de México C.P. 54713  
TEL. Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71 / 73 / 78 [www.artefactosluminicos.com](http://www.artefactosluminicos.com)



**CRUCETA DE PTR PARA 4 LUMINARIOS**  
 CATALOGO No. C-PTR-4

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



Nota. Puede usarse también en postes cónicos circulares de acero.



Ave. Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71 / 73 / 78 [www.artefactosluminicos.com](http://www.artefactosluminicos.com)

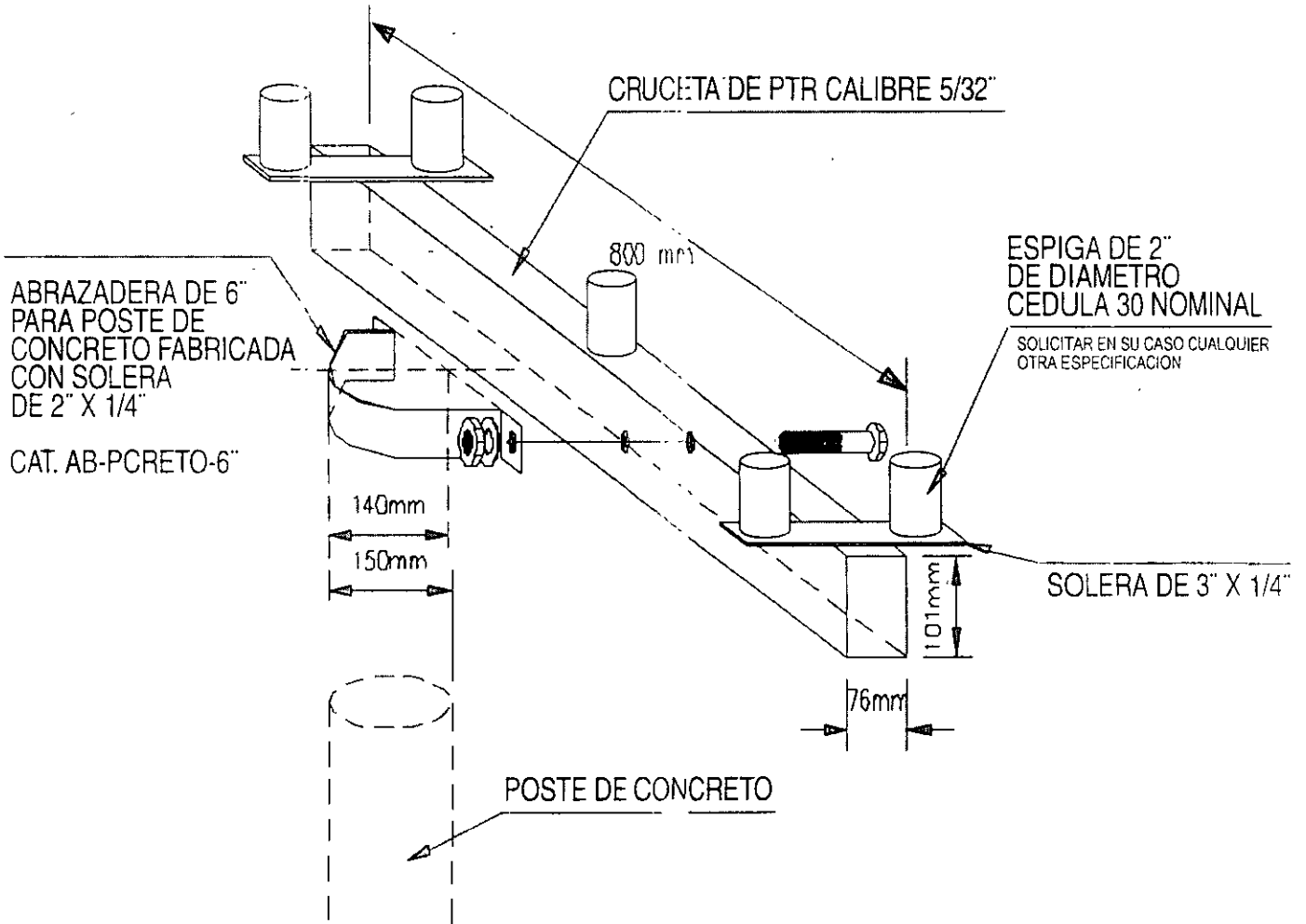


**CRUCETA DE PTR PARA 5 LUMINARIOS**

CATALOGO No. C-PTR-5

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



Nota. Puede usarse también en postes cónicos circulares de acero.



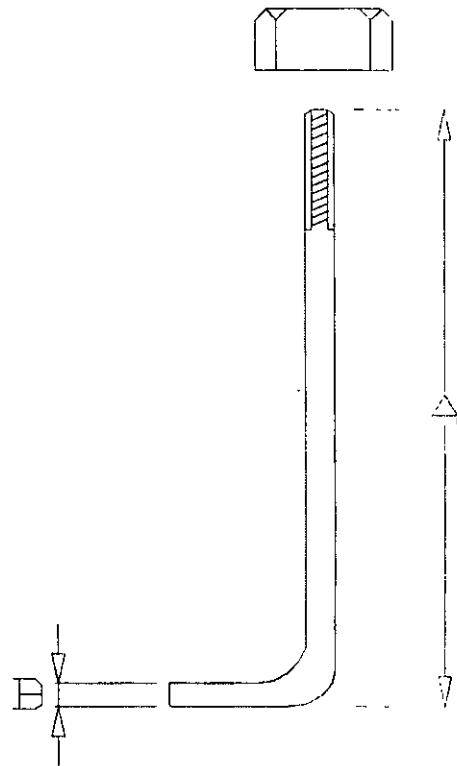
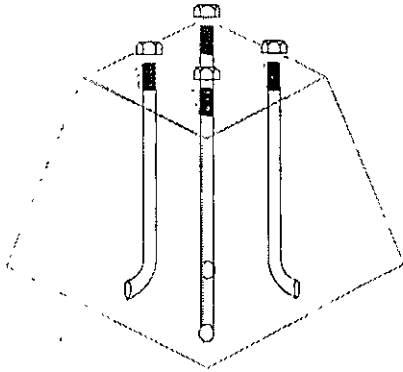
Ave Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71 / 73 / 78 www.artefactosluminicos.com



JUEGOS DE ANCLAS PARA SUJETAR POSTES DE ACERO Y/O METALICOS

Terminados:

1. Galvanizadas por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.



CATALOGO	A (mts)	B
JA-19060	0.6	3/4"
JA-25060	0.6	1"
JA-25100	1	1"
JA-32100	1	1 1/4"
JA-38150	1.5	1 1/2"



Ave Juárez No. 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
 TEL Y FAX 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71 / 73 / 78 www.artefactosluminicos.com

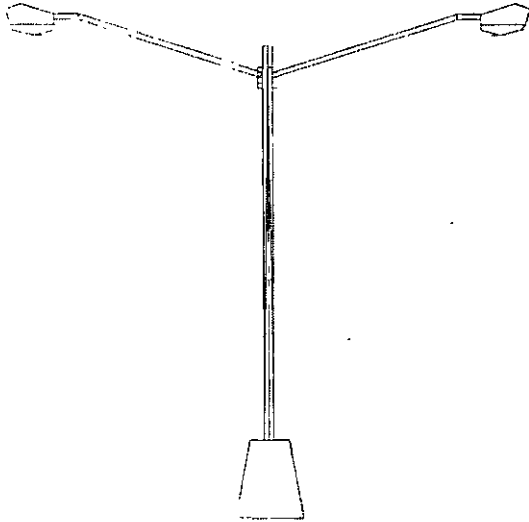


**BRAZOS TIPO "I" Y "C".**

Fabricados con tubo de 2" de diametro, cédula 30 en 1.0, 1.2, 1.5, 1.8 y 2.4 metros.

Terminados:

1. Galvanizados por inmersión en caliente.
2. Primer anticorrosivo.

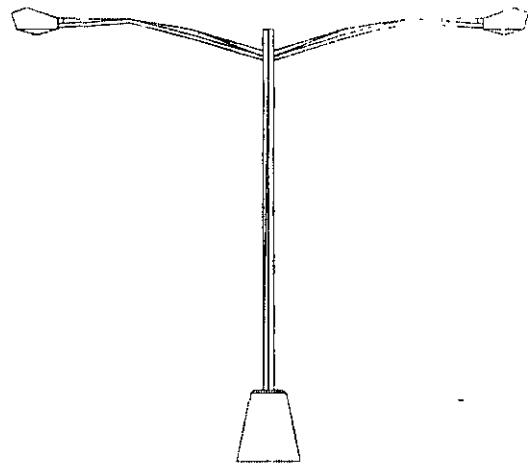


Brazo tipo  
"I"

CATALOGO	Longitud (mts)
BRI-100	1.00
BRI-120	1.20
BRI-150	1.50
BRI-180	1.80
BRI-240	2.40

Brazo tipo  
"C"

CATALOGO	Longitud (mts)
BRC-100	1.00
BRC-120	1.20
BRC-150	1.50
BRC-180	1.80
BRC-240	2.40



Ave. Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
TEL Y FAX: 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 [www.artefactosluminicos.com](http://www.artefactosluminicos.com)



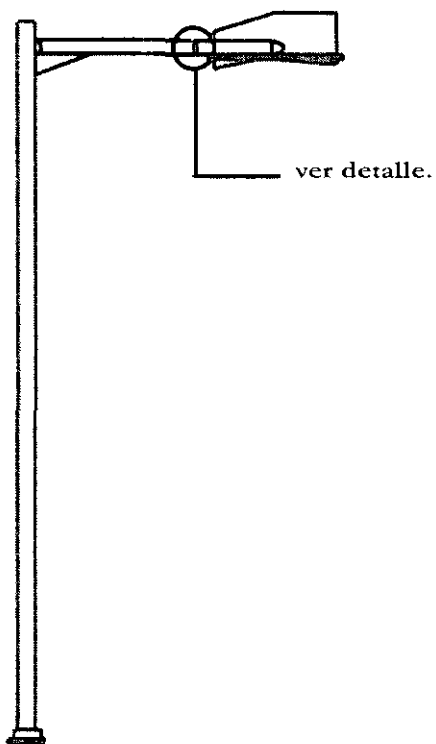
**BRAZO TIPO "Recto circular".**

Fabricados con tubo de 2" de diametro, cédula 30 en 0.50, 0.75 y 1.00 metros.

Terminados:

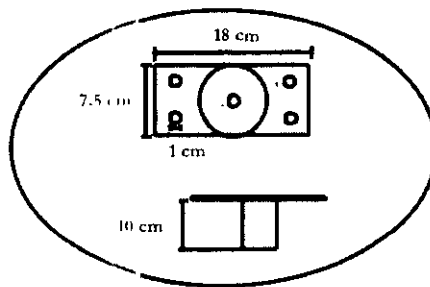
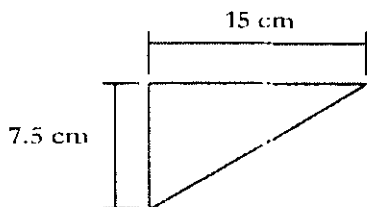
1. Galvanizados por inmersión en caliente.

2. Primer anticorrosivo.



Brazo tipo  
"Recto circular"

CATALOGO	Longitud (mts)
BR-050	0.50
BR-075	0.75
BR-100	1.00



Detalle de aditamento  
No. de catalogo ADM-1290



Ave Juárez No 9-2 San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México C.P. 54713  
TEL. Y FAX. 5872 21 16 / 21 32 / 17 64 5870 07 71/73/78 [www.artefactosluminicos.com](http://www.artefactosluminicos.com)





FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001



# CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES

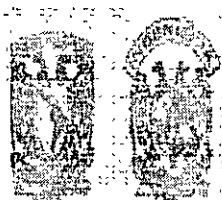
TEMA:

"PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA EL CALCULO  
DE ILUMINACIÓN EN EXTERIORES"

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004

PALACIO DE MINERÍA



DIVISIÓN DE  
EDUCACIÓN  
CONTINUA

Programa 2004



# Visual

**Professional Edition Tutorial B – Exterior Application**

[www.lithonia.com/visual](http://www.lithonia.com/visual)  
[www.holophane.com/visual](http://www.holophane.com/visual)

# Professional Edition Tutorial B - Exterior Application

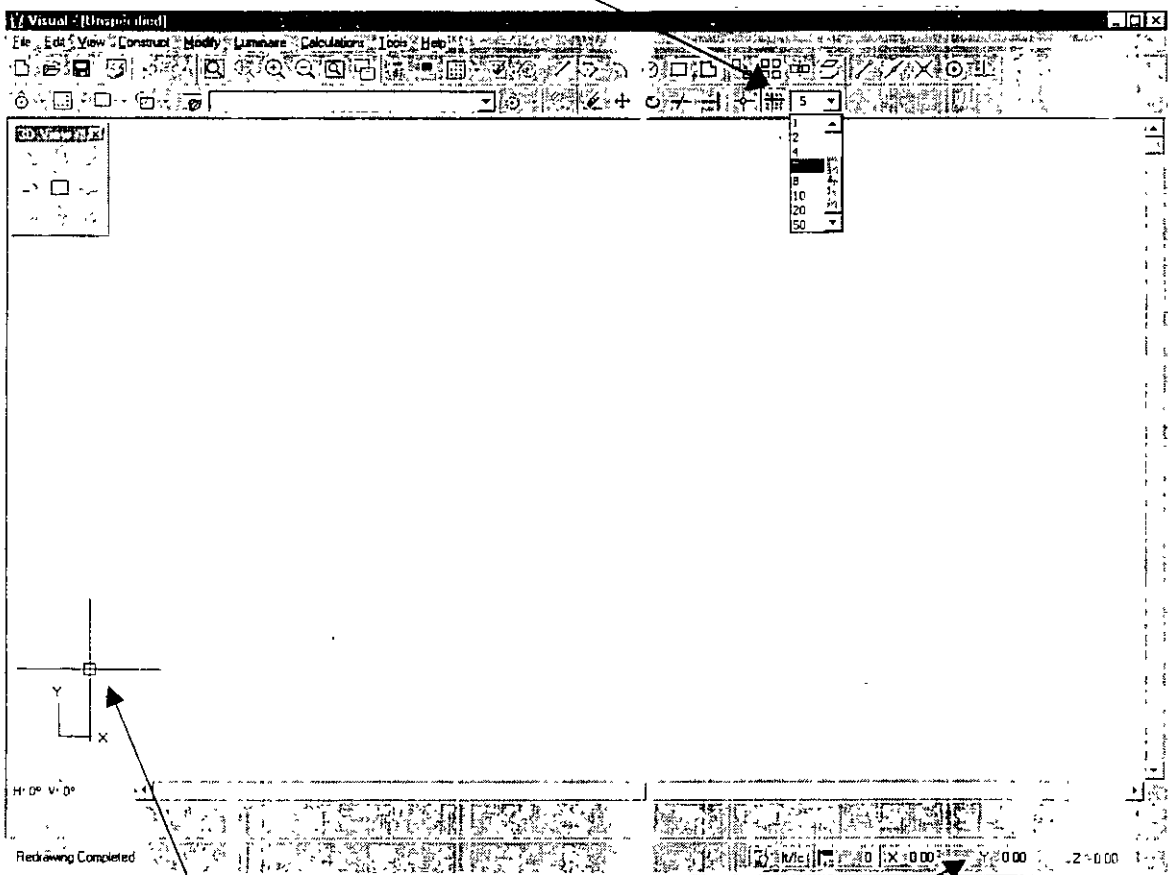
## Introduction

In this tutorial, you will use Visual to develop and analyze a complete exterior lighting model. Activities include starting a new project, importing a background file, constructing a structure in three dimensions, placing and orienting Luminaires, placing and aiming Luminaires and masking Calculation Zones. This tutorial assumes that you have read the first two chapters of the Visual Professional Edition User's Guide.

## Starting a New Project

The first step is to launch the Visual Professional Edition from the Visual Program Group under the Windows™ Start menu. When the Visual Open Screen appears, select **NEW EXTERIOR FILE**. The **Design Environment** will appear with a blank screen and await your first command. The Incremental Snap should be "On" and set to a value of "10". Set the Snap to "5". As you move your mouse in the Design Window, its location in absolute coordinates is reported in the lower right-hand corner of the design screen. The origin of the coordinate system (0,0,0) should be near the lower left-hand corner of the Design Window.

Incremental Snap "On and set to "5"



Coordinate Origin (0,0,0)

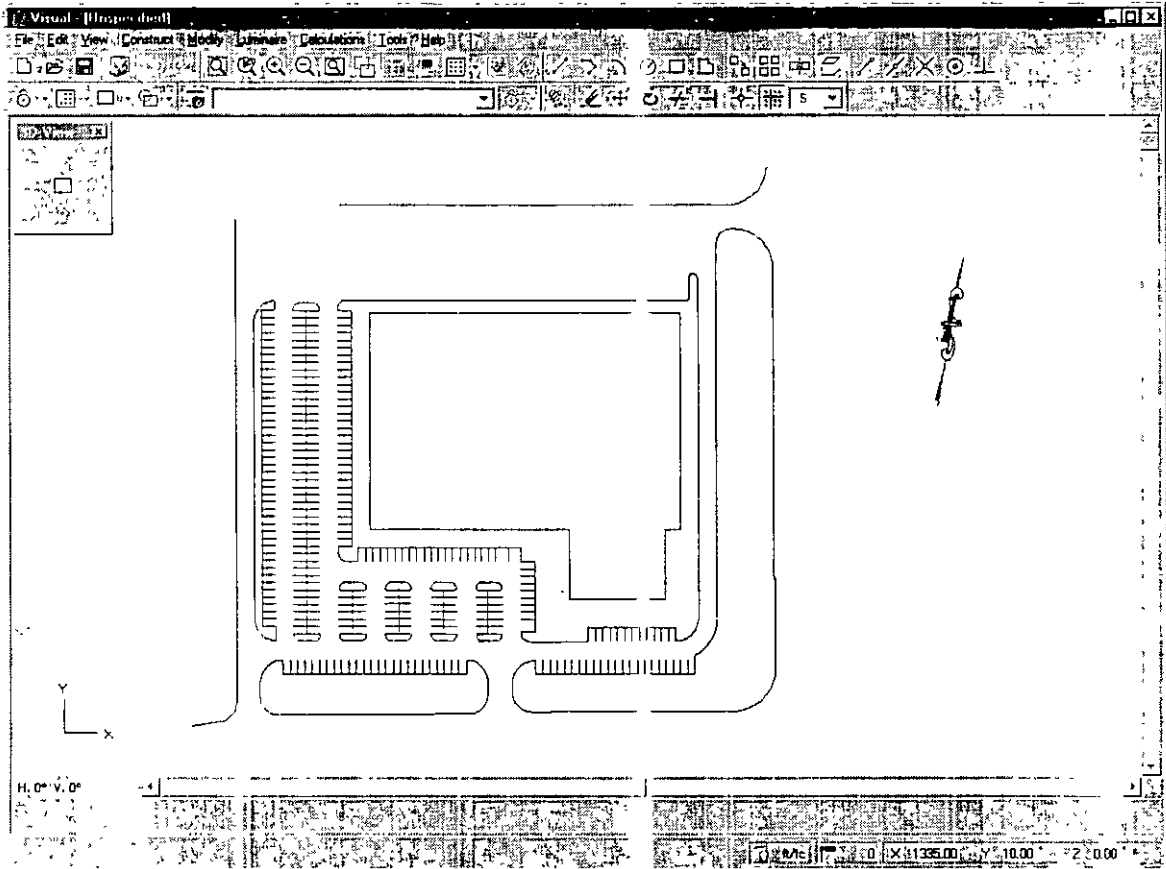
Absolute Coordinates

## Importing a Background File

The first objective is to import a DXF file of the site for which we are to build the lighting model

- Select IMPORT from the FILE MENU. Navigate to the "C:\Program Files\Visual 2.0\Tutorials" directory and select the file "Tutorial B.dxf." The **Import Layer Dialog** will appear. Left-Click the mouse on the IMPORT button to import all layers.

All imported information will become background information in Visual. The screen should now look like the graphic below.



## Constructing a Structure

You will now construct a three-dimensional structure 30 feet high using the background lines for reference.

- Select ROOM\STRUCTURE then POLYGON from the CONSTRUCT Menu. The Status Bar will prompt for entry or selection of the first vertex in a series that will define the polygonal base of the structure. The Property Bar will prompt for a description, a height (the height of the structure above the X-Y plane), and a reflectance value to be used for the entire structure as shown below



- Enter the description by placing the mouse cursor in the text box and typing The default height of 30 feet should be correct. The default Reflectance value of 0 will remain unchanged because the calculation of reflected light is not typically performed in exterior lighting models unless specifically requested.
- Left-Click on the Design Window to indicate that you are finished editing and ready to enter coordinate information. The mouse pointer will change to a crosshair.

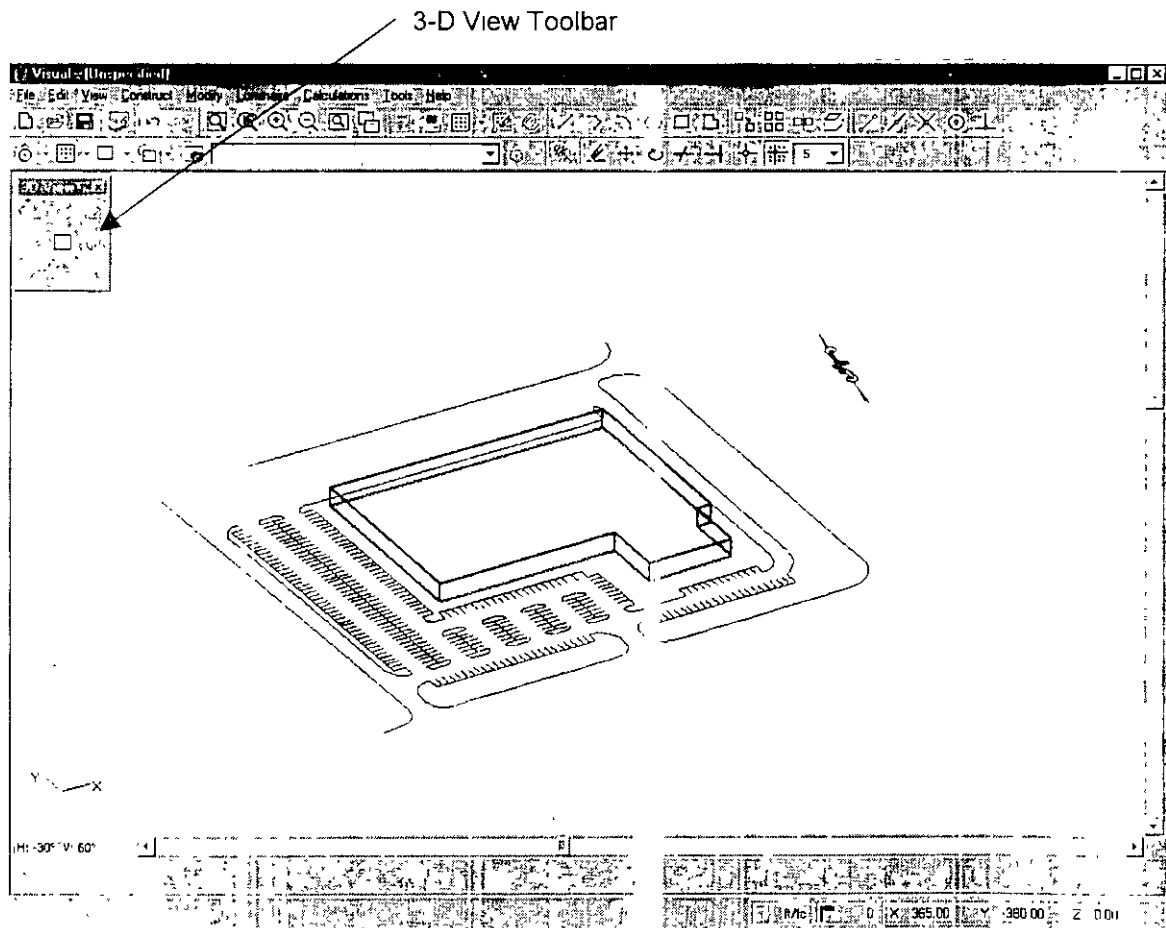
Before you select vertices, you need to change some Drawing Aids settings

- Select OBJECT SNAP from the TOOLS MENU. Turn on the Endpoint Object Snap by Left-Clicking on ENDPOINT.
- It is also necessary to toggle the Incremental Snap to "Off": If the Incremental Snap Button is depressed, Left-Click on the button to turn it off. The mouse crosshairs should move smoothly in the Design Window.

Now begin constructing the building.

- Select the lower left-hand corner of the building outline and proceed to select adjacent vertices in a counterclockwise fashion. The Endpoint Object Snap will cause the mouse crosshairs to jump to the nearest end of any line that is clicked on. Therefore, you only need to get close to the building corners; the Endpoint Object Snap will reposition the crosshairs at the exact location.
- Continue selecting vertices until you have gone all the way around the building. When you reach the initial vertex, the building will be constructed.

To verify the construction of the structure, choose the Southwest view on the 3-D VIEW TOOLBAR. The screen should look like the graphic shown below.

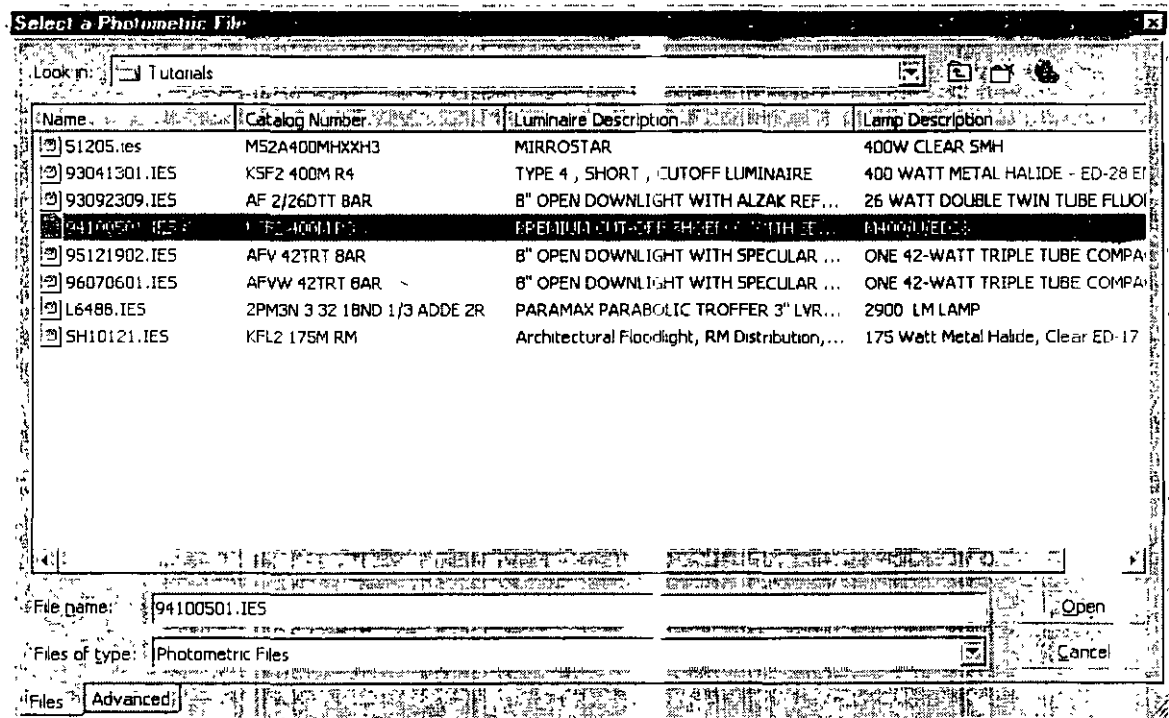


Note the orientation and appearance of the coordinate axes icon. It is indicating that the mouse crosshairs are moving in the X-Y plane and that the positive X, Y, and Z directions are as shown. The Z (height) dimension is presently fixed at a value of 0.0 (at grade) as indicated by the absolute coordinates. The green highlight along the base of the building indicates that it is coincident with the plane in which the mouse crosshairs are moving. The other buttons on the 3-D View Toolbar may be pushed to yield various 3-D and elevation views. You are encouraged to experiment with the different views.

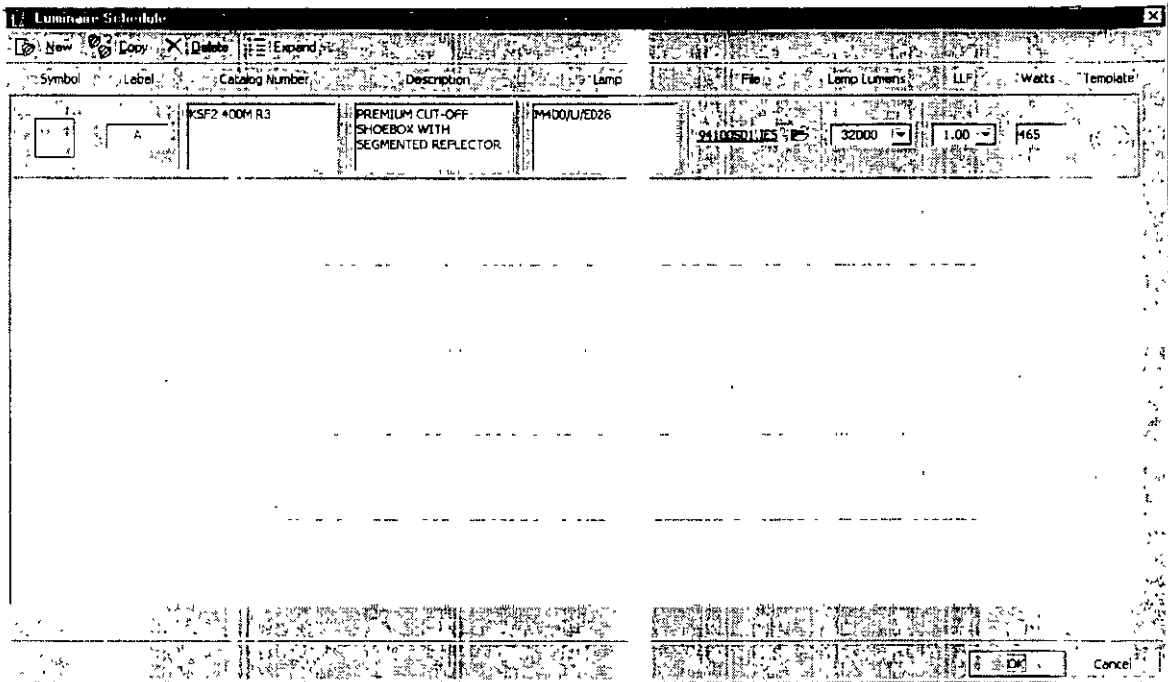
## Building a Luminaire Schedule

The next step in constructing the lighting model is to define a Luminaire Type in the Luminaire Schedule.

- Select SCHEDULE from the LUMINAIRE MENU. The **Luminaire Schedule Editor** will appear.
- Select NEW from the TOOLBAR. A dialog box will appear for the selection of a format photometric file.
- Navigate to the Visual 2.0 directory on your hard drive under the Program Files folder (or to wherever Visual was installed on your computer). There, you will find the Tutorials folder. Open this folder.
- A list of photometric files will be displayed, including catalog numbers, luminaire descriptions, and lamp descriptions.
- We want to light the parking lot, so select the file with catalog number KSF2 400M R3 and then press the OPEN button to load the information and return to the **Luminaire Schedule Editor**.



The schedule should appear as shown below.

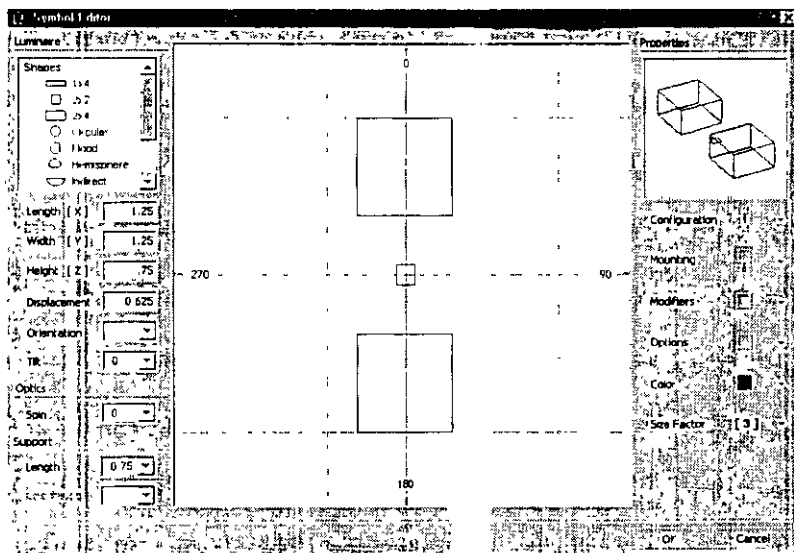


The various elements of the schedule entry can now be modified as required.

- Select a Light Loss Factor (LLF) of 0.72 for metal-halide lamp types.

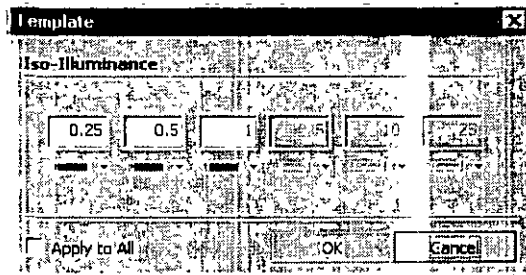
The design will require the use of a twin configuration, so you must change the Luminaire symbol

- Move the mouse pointer over the Symbol graphic at the left of the schedule entry. Left-Click on the Symbol to display the **Symbol Editor**.
- Left-Click in the Height text box and type "0.75".
- Left-Click on the drop-down arrow to the right of the Configuration combo box. Change the Configuration to "Twin" by selecting the appropriate entry in the list.
- Left-Click on the drop-down arrow to the right of the Size factor combo box, and select "3"
- Click the OK button to return to the Luminaire Schedule.



To aid in placement, you will assign a template to this luminaire.

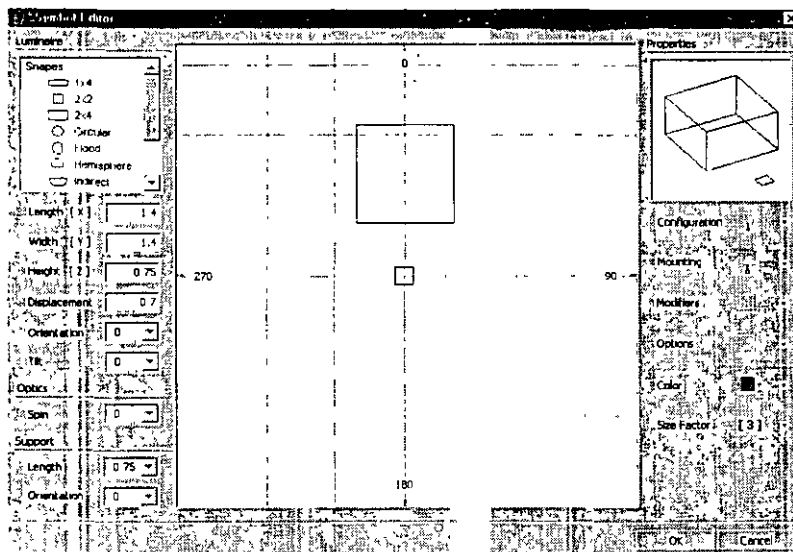
- Move the mouse pointer over the Template graphic at the right of the schedule. Left-Click on the Template to display the **Template Editor**
- Left-Click the mouse on the grayed Status button for each of the illuminance values shown below.
- Left-Click the OK button to return to the **Luminaire Schedule Editor**.



The lighting model will require the use of a forward-throw area Luminaire. Repeat the process for a KSF2 400M R4 in the Tutorials folder.

- Select NEW from the **Luminaire Schedule Editor** and select the KSF2 400M R4.
- Change the LLF to **0.72**.
- Left-Click on the Symbol button in the schedule entry to display the **Symbol Editor**.
- Left-Click in the Height text box and type **"0.75"** using the keyboard.
- Left-Click the drop-down arrow to the right of the Configuration combo box. Change the Configuration to **"Single"** by selecting the appropriate entry from the list.
- Left-Click the drop-down arrow to the right of the Size factor combo box, and select **"3"**
- Left-Click on the OK button to close the **Symbol Editor**.
- Apply the same template to this luminaire as to the previous one.

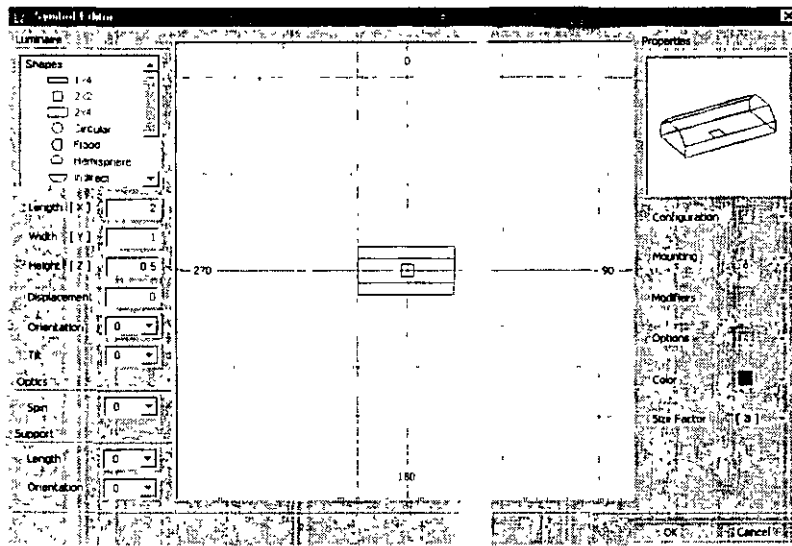
The **Symbol Editor** should look like the graphic below



The lighting model will also require the use of an architectural floodlight. Repeat the process for a KFL2 175M RM in the Tutorials folder.

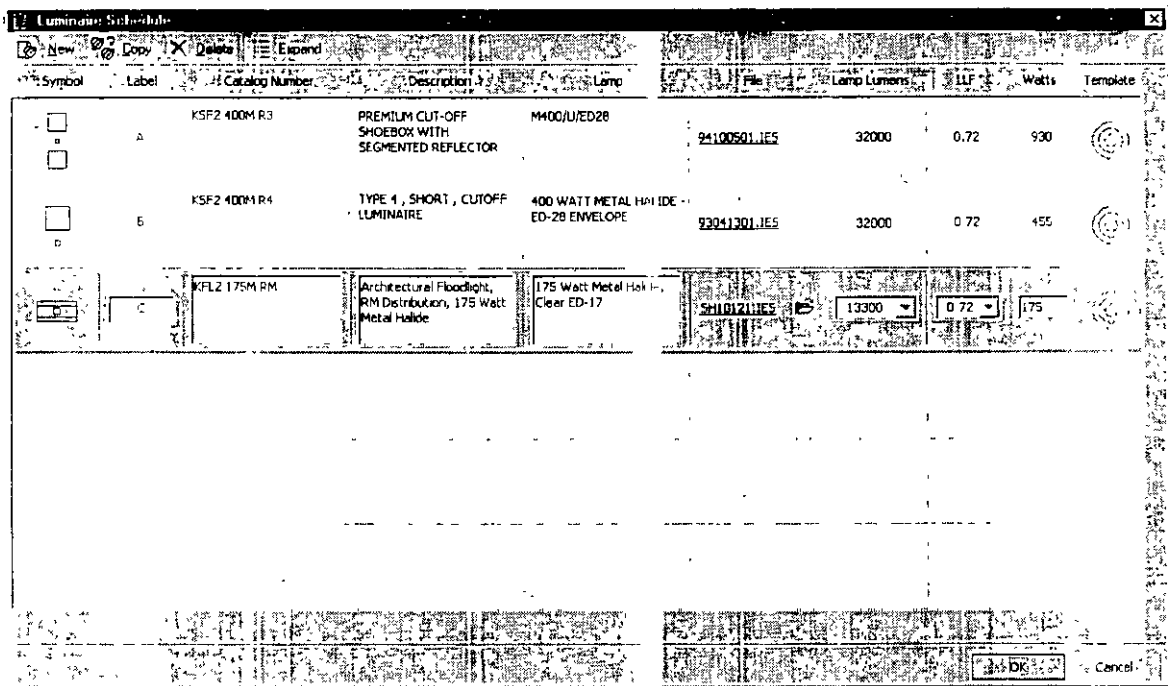
- Select NEW from the **Luminaire Schedule Editor** and select the KFL2 175M RM
- Change the LLF to **0.72**.
- Left-Click on the Symbol button in the schedule entry to display the **Symbol Editor**
- Left-Click on the "Flood" shape in the Luminaire Shape Listbox
- Left-Click in the Length text box and type "**2**".
- Left-Click the drop-down arrow to the right of the Mounting combo box. Change the Mounting to "**Pole**" by selecting the appropriate entry from the list.
- Left-Click the drop-down arrow to the right of the Size factor combo box, and select "**3**".
- Left-Click on the OK button to close the **Symbol Editor**.
- Do not apply a template to this luminaire.

The values in the **Symbol Editor** should look like those below.





The resulting Luminaire Schedule should look like the graphic below



Note that the Luminaire Templates are not turned on for the Type C Luminaire.

- Left-Click the OK button to return to the **Design Environment**.

### Inserting Luminaires

- Left-click the mouse on the down arrow on the right side of the Snap Increment Combo Box and select a value of "1".
- Turn on the Intersect Object Snap from the TOOLS, OBJECT SNAP MENU.

Upon returning to the **Design Environment**, you will note that the Luminaire Toolbar is populated with the objects from the Luminaire schedule. The drop-down list box is used to select a Luminaire for placement.

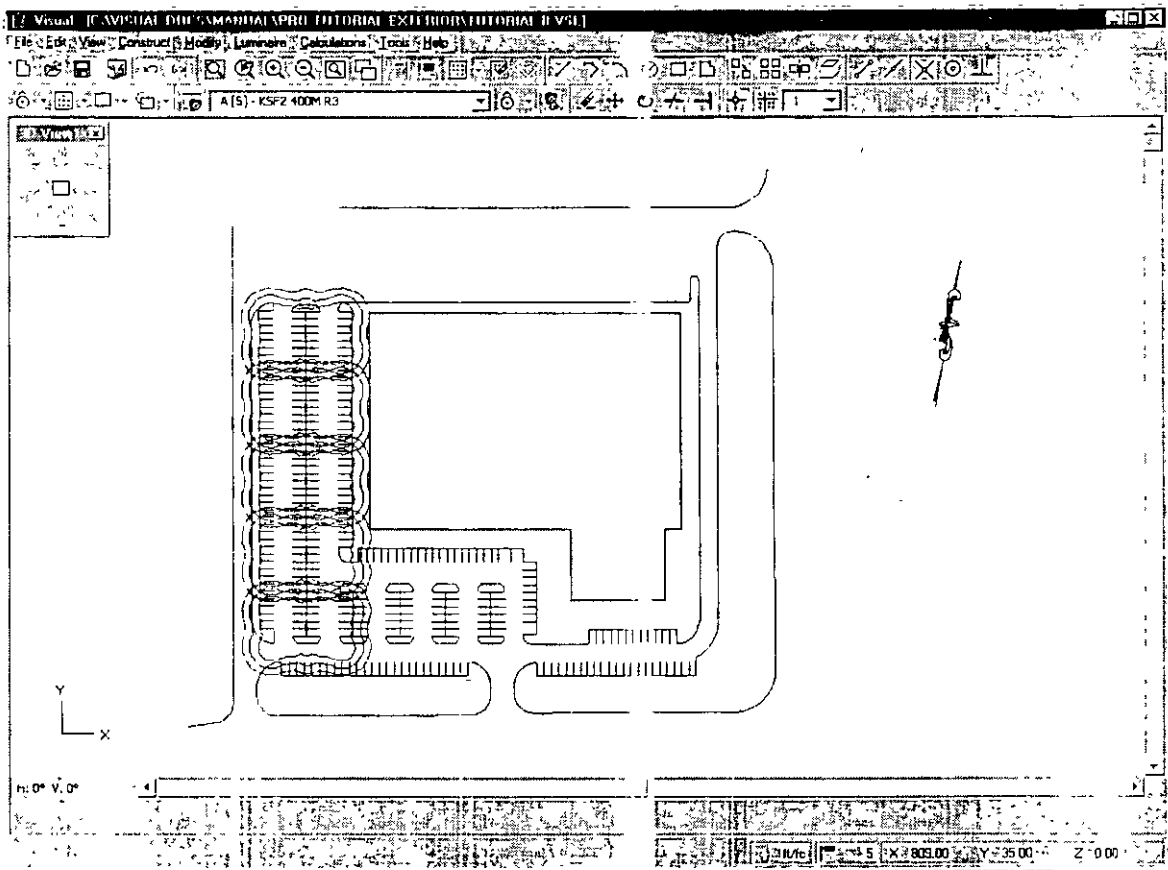
- Left-Click the drop-down arrow at the right side of the Luminaire list box and select Luminaire Type A (KSF2 400M R3) from the list.
- Select PLACE from the LUMINAIRE MENU. The Status Bar will prompt for coordinate selection. The Property Bar will display edit boxes for Mounting Height, Orientation, and Tilt as shown below. An implied Luminaire symbol graphic will be attached to the mouse crosshairs.



The Mounting Height field corresponds to the height at which the Luminaires will be placed above the current working plane.

Insert five Type A Luminaires as shown in the graphic below. The templates are used to determine the initial placement and proper spacing of the luminaires. For reference, the first luminaire should have coordinates of approximately (153,655,0), and the luminaires should be approximately 108 feet apart along the Y-Axis. It is good practice to locate poles in parking lots at

the intersection(s) of the parking lot lines in order to make parking the automobiles easier. The Intersect Object Snap aids in this task



The second step is to place two additional Type A Luminaires using a similar process

- Select PLACE & ORIENT from the LUMINAIRE MENU. The Properties Bar will prompt for coordinate selection. The Property Bar will again display edit boxes for Mounting Height, Orientation, and Tilt. No editing of these values is necessary. An implied Luminaire symbol graphic will be attached to the mouse crosshairs.

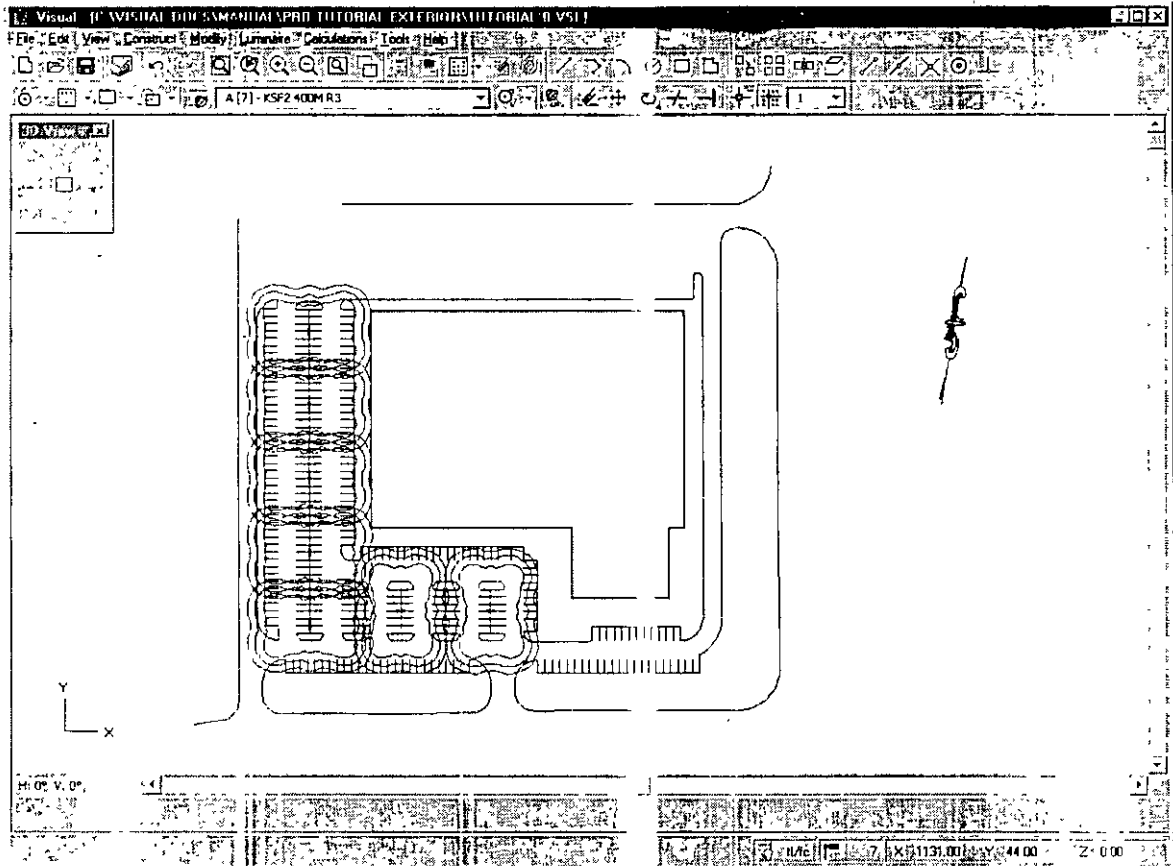
The Place & Orient method allows the Luminaire orientation to be specified graphically. After the Luminaire location is selected by Left-Clicking the mouse at the desired location, an additional coordinate must be entered to define the rotational orientation of the Luminaire. Luminaire orientation is graphically depicted as the mouse crosshairs are moved within the Design Window. This additional coordinate can be entered by Left-Clicking the mouse when the desired orientation is shown by the implied image, or a value can be entered by typing on the keyboard.

- Left-Click the mouse at a location close to (288,247,0). The Luminaire will be sited, and the Status Bar will now provide the current Orientation of the Luminaire in blue text toward the right side of the screen.
- Type **90** into the Command Line and press the ENTER key. This will complete the placement of this Luminaire, and a new luminaire will be ready to place and orient.

Repeat the process for one more Type A luminaire.

- Select a location close to (420,247,0)
- Left-Click the mouse at this location. The Properties Bar will now provide the current Orientation of the Luminaire in blue text toward the right side of the screen.
- Again, type **90** into the Command Line and press ENTER. This will complete the placement of this Luminaire.
- Right Click in the Design Window to terminate the Place and Orient command.

After placing the two additional Type A Luminaires, the screen should look like the graphic below.

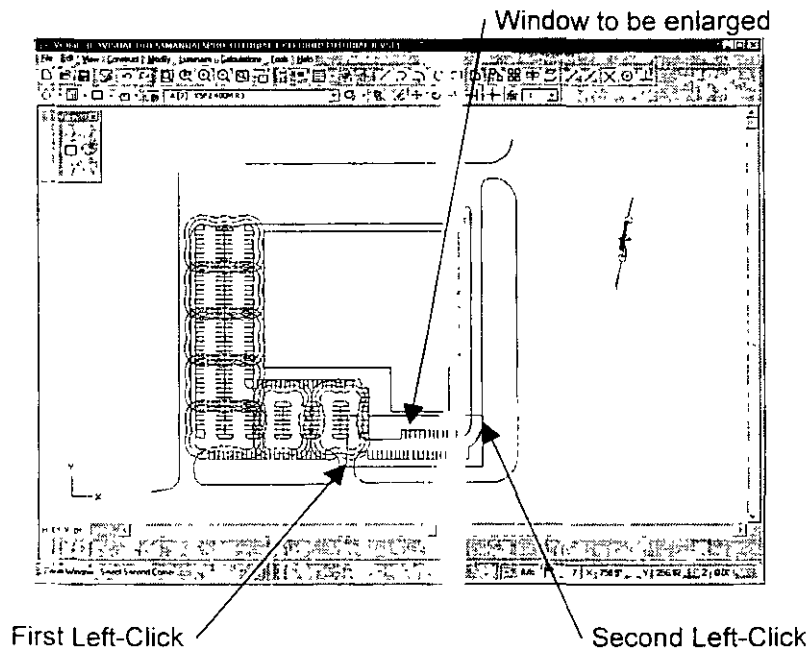


You will notice that a small portion of the parking remains unaddressed.

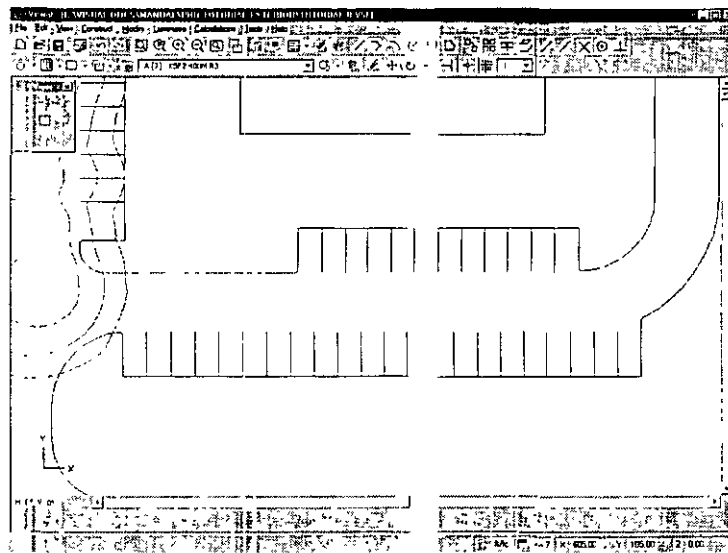
- Left-Click the drop-down arrow at the right side of the Luminaire list box and select Luminaire Type B (KSF2 400M R4) from the list.
- Select PLACE from the LUMINAIRE MENU. The Status Bar will prompt for coordinate selection. The Property Bar will display edit boxes for Mounting Height, Orientation, and Tilt. No editing of these values is necessary. An implied Luminaire symbol graphic will be attached to the mouse crosshairs.

It is often helpful to get a closer look at a portion of the drawing. Because of this, Visual allows the user to issue a ZOOM command (among others) in the midst of other commands

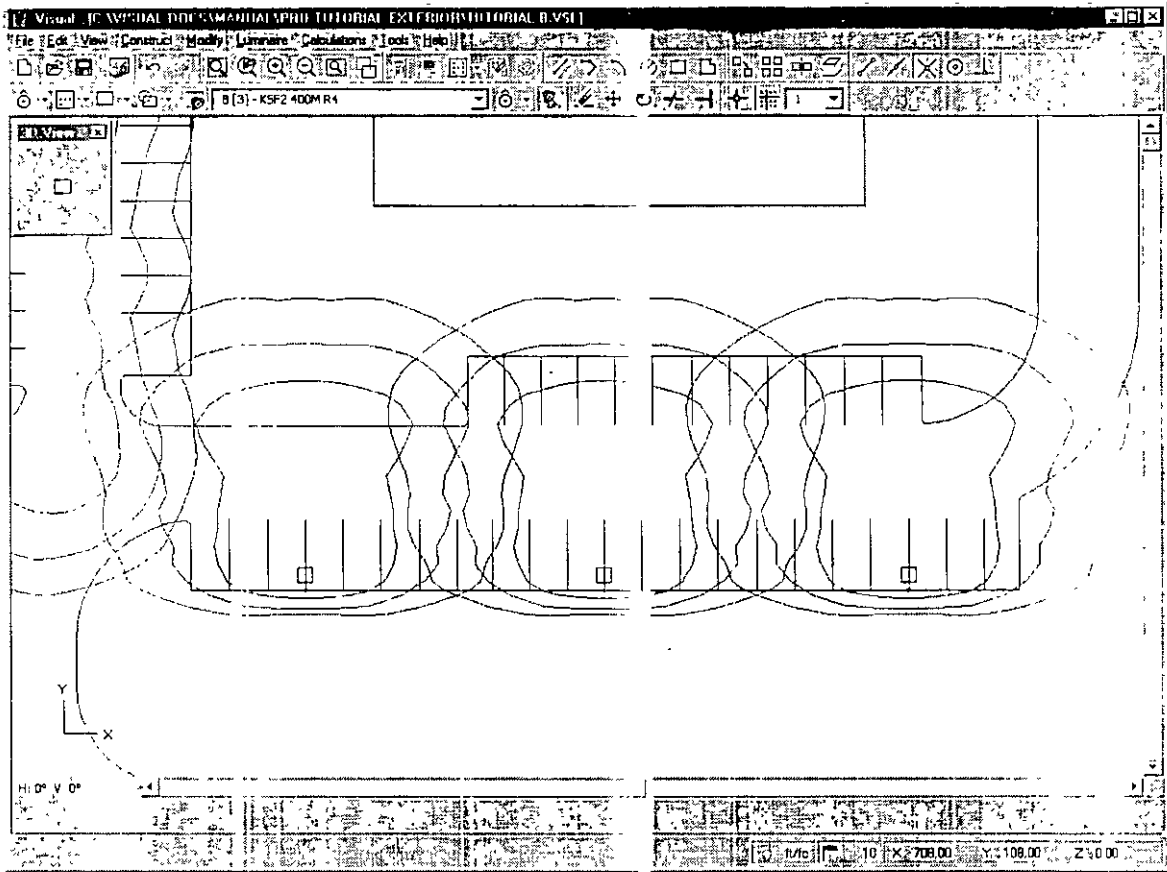
- From the menu, select VIEW, ZOOM, WINDOW. The mouse pointer will turn into an arrow, signifying that you can specify the Zoom Window.
- Left-Click the mouse at a point close to the first point indicated in the graphic below. The screen will now show one corner of the selection rectangle anchored at the first point, with the opposite diagonal corner of the implied window attached to the mouse arrow.
- Left-Click the mouse at a point close to the second point indicated in the graphic below



After the second click, the screen should look like the graphic shown below.



Place three Type B luminaires as shown in the graphic below. For reference, the leftmost Luminaire is placed at a location close to (520,156,0)

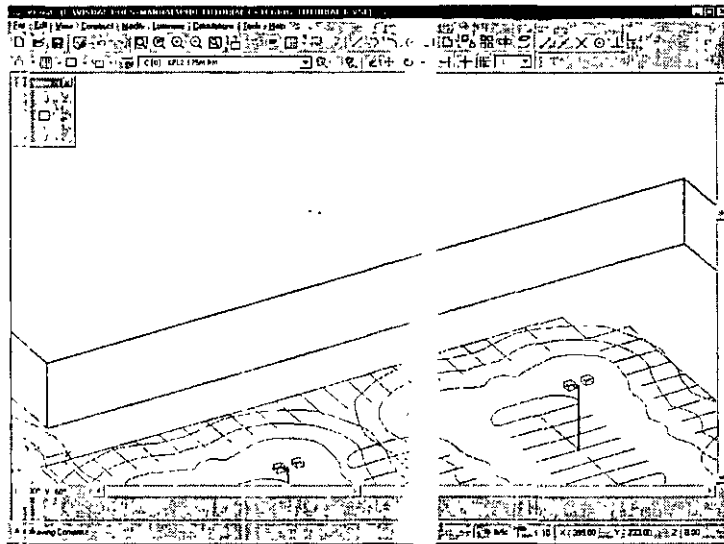


**IMPORTANT!** Now that you are done placing the parking lot luminaires, make sure to turn off the Intersection Object Snap by clicking it on the toolbar or selecting it from the TOOLS, OBJECT SNAP menu.

## Inserting Luminaires using "Place & Aim"

The building owner has requested that we floodlight the front façade

- From the VIEW MENU, select ZOOM, PREVIOUS.
- Select the "Southwest" view using the 3-D VIEW TOOLBAR as we did before.
- From the VIEW MENU, select ZOOM, WINDOW, and select a portion of the lighting model such that the Screen looks like the graphic below.



- Left Click the drop-down arrow at the right side of the Luminaire list box and select Luminaire Type C (KFL2 175M RN) from the list.
- Select PLACE & AIM from the LUMINAIRE MENU. The Status Bar will prompt for coordinate selection. The Property Bar will display edit boxes for Mounting Height, Orientation, and Tilt as before. The Mounting Height must be altered to 1 foot. The default Orientation and Tilt should be correct. An implied Luminaire symbol graphic will again be attached to the mouse crosshairs.

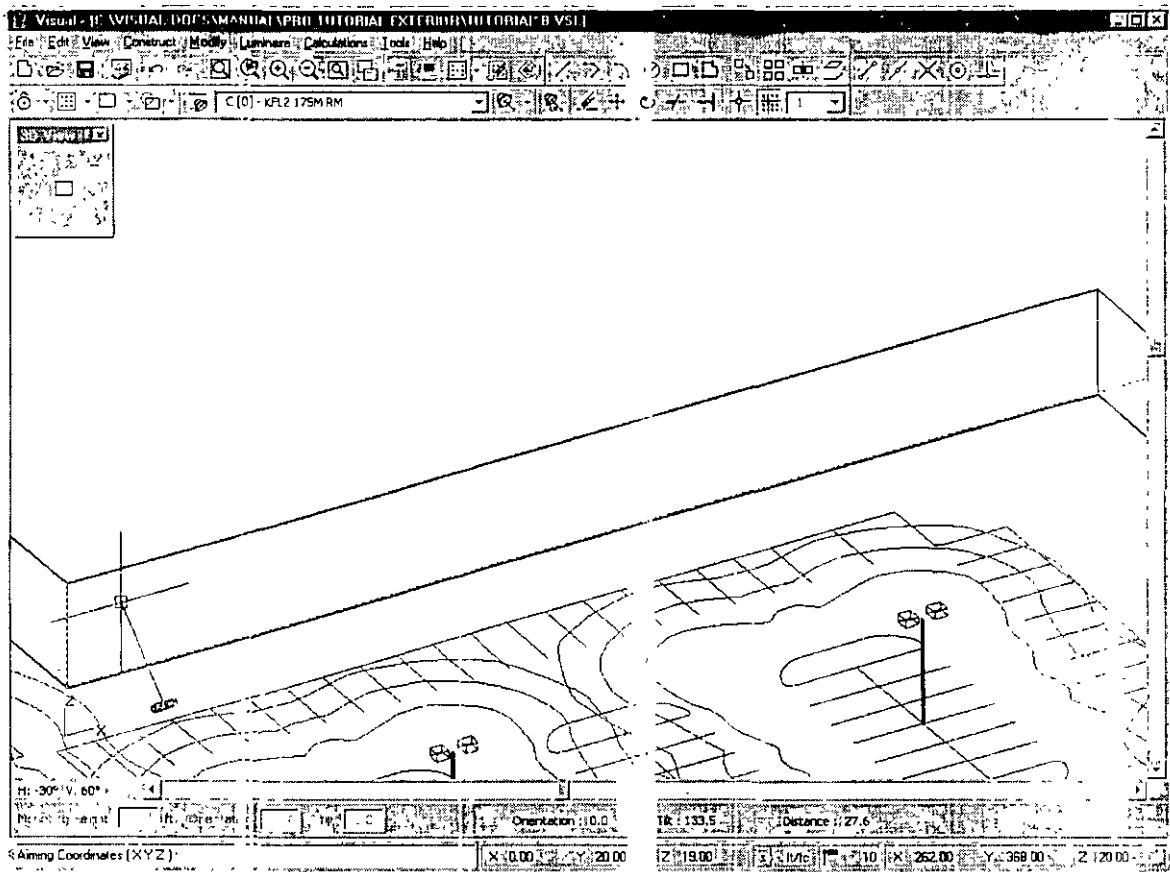
The Type C Luminaires are to have a setback from the building of 20 feet and are to be spaced 30 feet apart. It is common to place the first luminaire half the spacing distance (15 feet, in this case) from the end of the wall. Moving the crosshairs over the bottom corner of the wall, we see that its location is approximately (247,368,0). Based on the design criteria, the first Luminaire should have location coordinates of (262,348,0).

- Press the HOME key on the keyboard to ensure that the working plane is set to X-Y at Z=0.
- Move the mouse crosshairs to the location (262,348,0) and Left-Click the mouse. Alternatively, you may type the coordinates into the Command Line. This will place the Luminaire.

When the crosshairs are moved from this location, an aiming line, stretching from the luminaire to the crosshairs, will appear. As the crosshairs are moved, the luminaire will reflect the appropriate change in physical orientation and vertical tilt. In this case, a good rule of thumb is to aim the fixtures two-thirds of the way up the wall. Since the wall is 30 feet high, we want to aim the fixtures about 20 feet up the wall.

- Move the mouse crosshairs until the X-Axis of the crosshairs is coincident with the bottom of the wall
- Press the TAB key on the keyboard to toggle the working plane to the X-Z plane. Move the mouse crosshairs vertically up the wall until the **Relative Coordinate Display** (in blue) reports values of (0,20,19).

This indicates that the Luminaire is aimed 0 feet left-right of its center, 20 feet in front of its center, and 19 ft above its center (remember that it has a mounting height of one foot). The screen should look like the graphic below



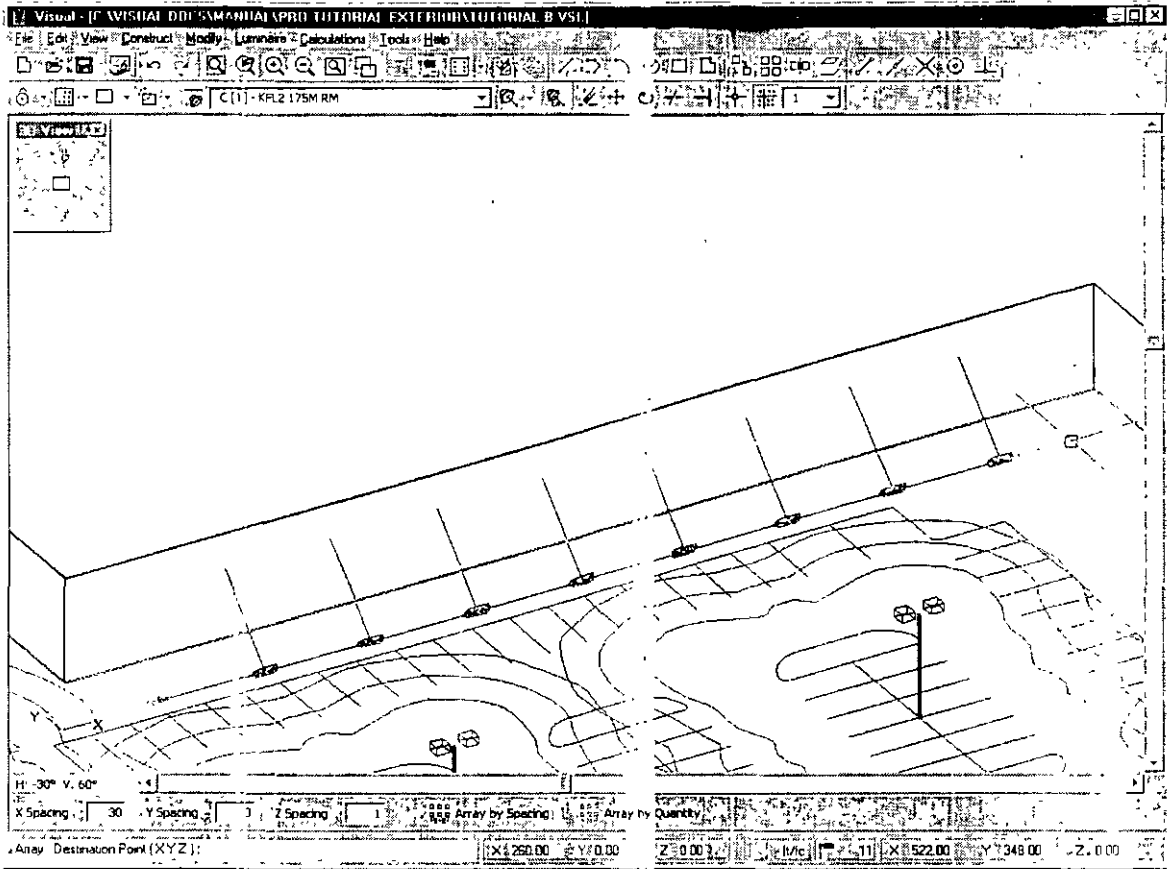
- Left Click at this location to set the aim point and complete the aiming of the luminaire. It is a good idea to hit the HOME key at this time to set the crosshairs back to the X-Y plane at Z=0
- Right Click in the Design Window to terminate the Place & Aim command.

We will now array the Luminaire we just placed in order to light the entire wall.

- Press the HOME key to again ensure that the working plane is set to X-Y at Z=0.
- From the CONSTRUCT MENU, select ARRAY, RECTANGULAR. The Status Bar will prompt for object selection. The Property Bar will present edit fields for X, Y, and Z axis quantities
- Select the Array by Spacing option on the Property Bar. The X, Y and Z fields will now prompt for spacings
- We would like to space the Luminaires 30 feet apart, so change the X Spacing to 30. The Y Spacing should be set to 0 because we only need one row of Luminaires



- Left-Click the mouse on the center of the floodlight to add it to the selection set.
- Right-Click the mouse to indicate that you are finished selecting objects. The Status Bar will then prompt for a base point. Select the center of the existing Luminaire (262,348,0)
- Move the crosshairs along the wall to the right, and the implied array will be filled in as shown below. When the array fills the wall, Left Click to complete the array.

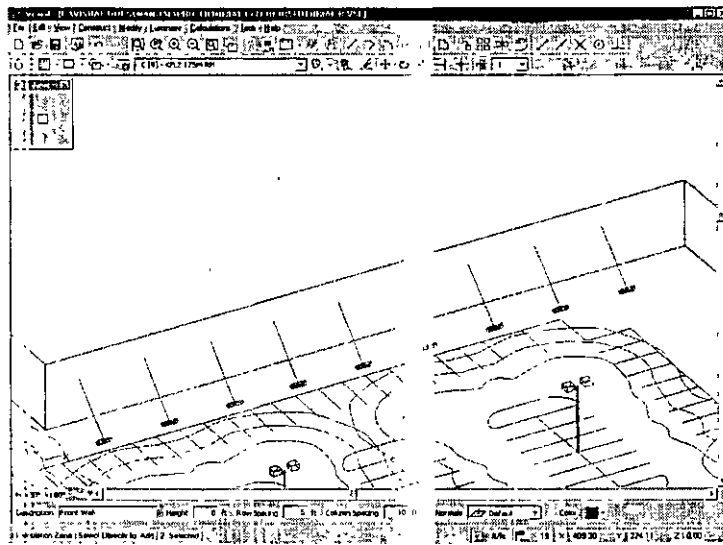




## Inserting a Vertically Oriented Calculation Plane

We need to put calculation points on the wall that we just lit.

- From the menu, select CALCULATIONS, CALCULATION ZONE, SURFACE. The Status Bar will prompt you to select objects
- Left-Click on the line that defines the top of the wall. You will see that two surfaces (the desired wall and the roof) have been selected as in the graphic below



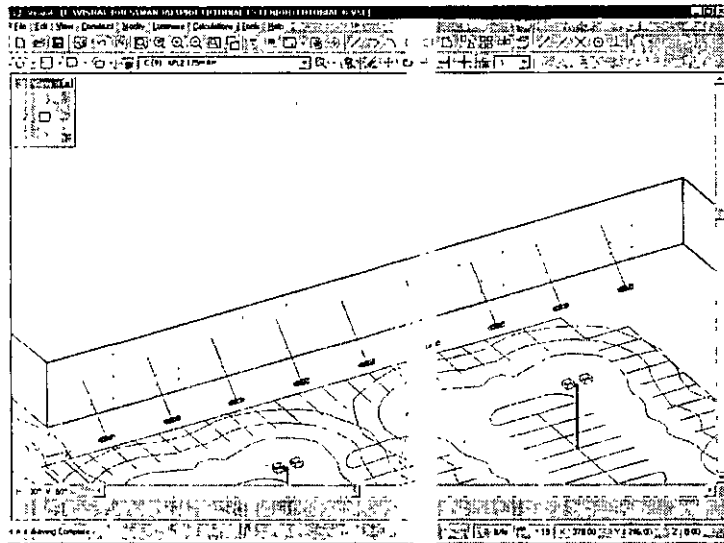
The selection process allows objects to be removed from the selection set. To toggle to the "Remove" selection mode, press the R key on the keyboard. The Status Bar will indicate that the subsequently selected items will be removed from the current selection set. (The A key toggles back to "Add" mode)

- Left-Click the roof on a line that it does not share with the wall. This will remove it from the selection set.
- The Property Bar will prompt for a description, a height, row and column spacings, normal orientation, and color. Enter the settings shown below.



- Right-Click the mouse in the Design Window to terminate the command. The calculation zone will be added to the wall.

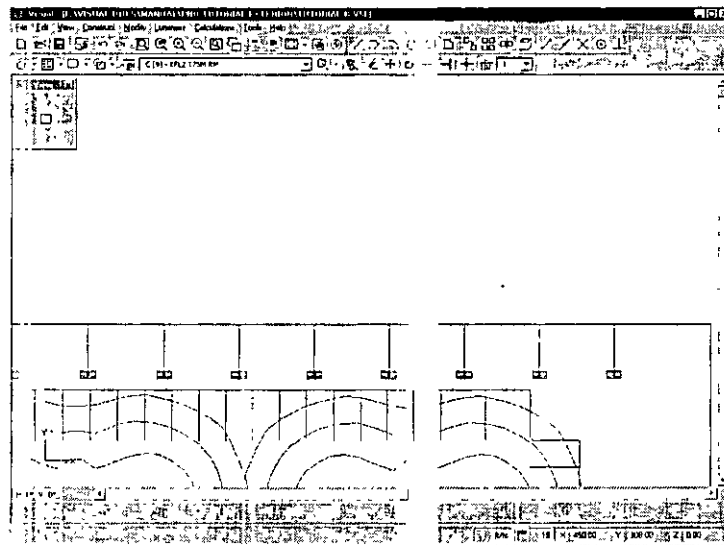
The screen should look like the graphic below



You should verify that the calculation plane was placed on the surface correctly.

- Left-Click the PLAN VIEW button on the 3-D VIEW TOOLBAR.

The **Design Environment** should look like the graphic below (i.e. the calculation plane is coincident with the surface) If not, you should select UNDO from the EDIT MENU and repeat the above process



## Inserting a Horizontal Calculation Plane

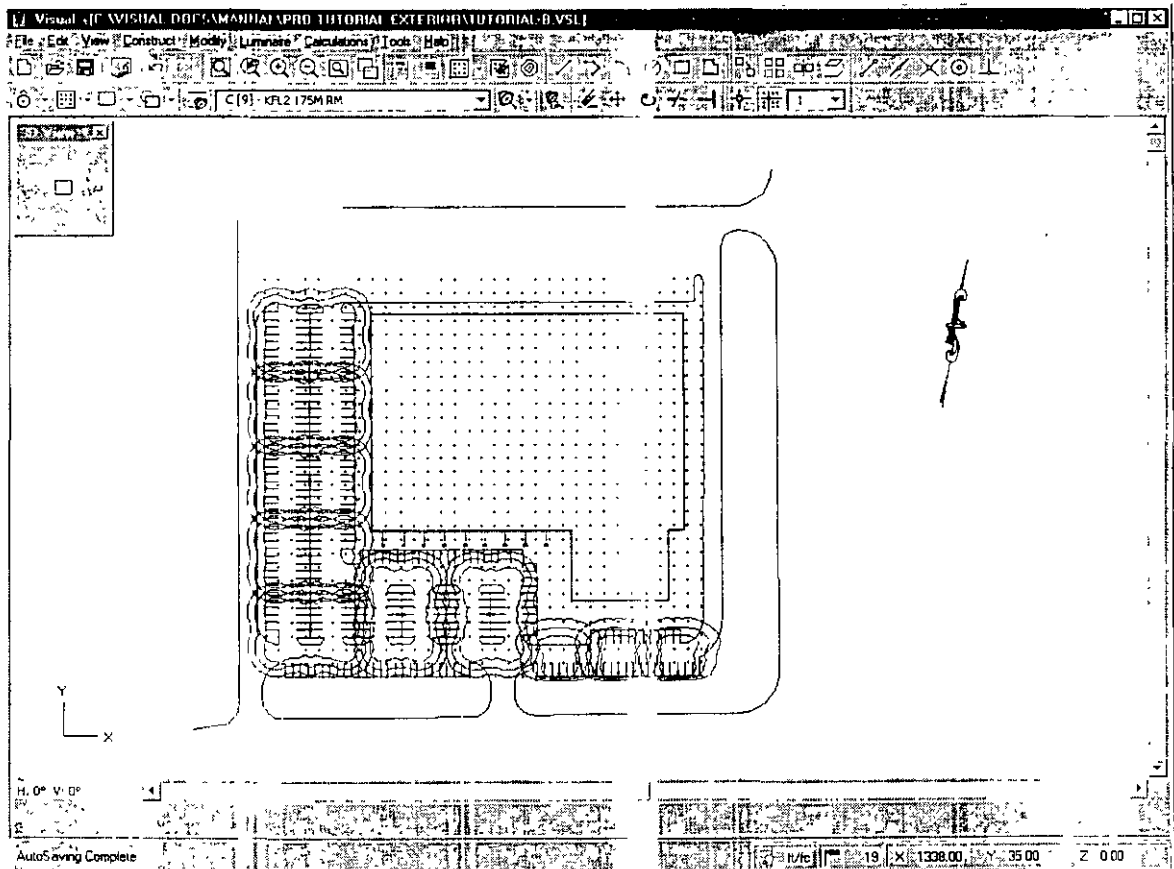
You are now going to place a horizontal calculation plane at grade over the parking areas only

- View the entire lighting model by selecting ZOOM, ALL from the VIEW MENU.
- Press the HOME key on the keyboard to ensure that the working plane is set to the X-Y plane ( $Z = 0$ )
- From the menu, select CALCULATIONS, CALCULATION ZONE, RECTANGULAR. The Status Bar will prompt for coordinate selection. The Property Bar will prompt for a description, a height, and row and column spacings for the calculation points as shown below.



- Enter the Description by placing the mouse cursor in the text box and typing. The Height should be 0. The Row and Column Spacing should be set to 20.
- Left-Click on the Design Window to indicate that you are finished editing and ready to enter coordinate information. The mouse pointer will change to crosshairs.
- Using the mouse, position the crosshairs at (85,155,0) and Left-Click to pick the first corner of the calculation plane. (It is also possible to type the coordinates on the keyboard by entering "85 <space> 155 <space> 0".)
- Pick a point with the crosshairs (by Left-Clicking the mouse) that is slightly beyond the back of the structure in the upper right-hand corner to completely cover the parking area with the calculation plane. Coordinates of (740,740,0) are recommended.

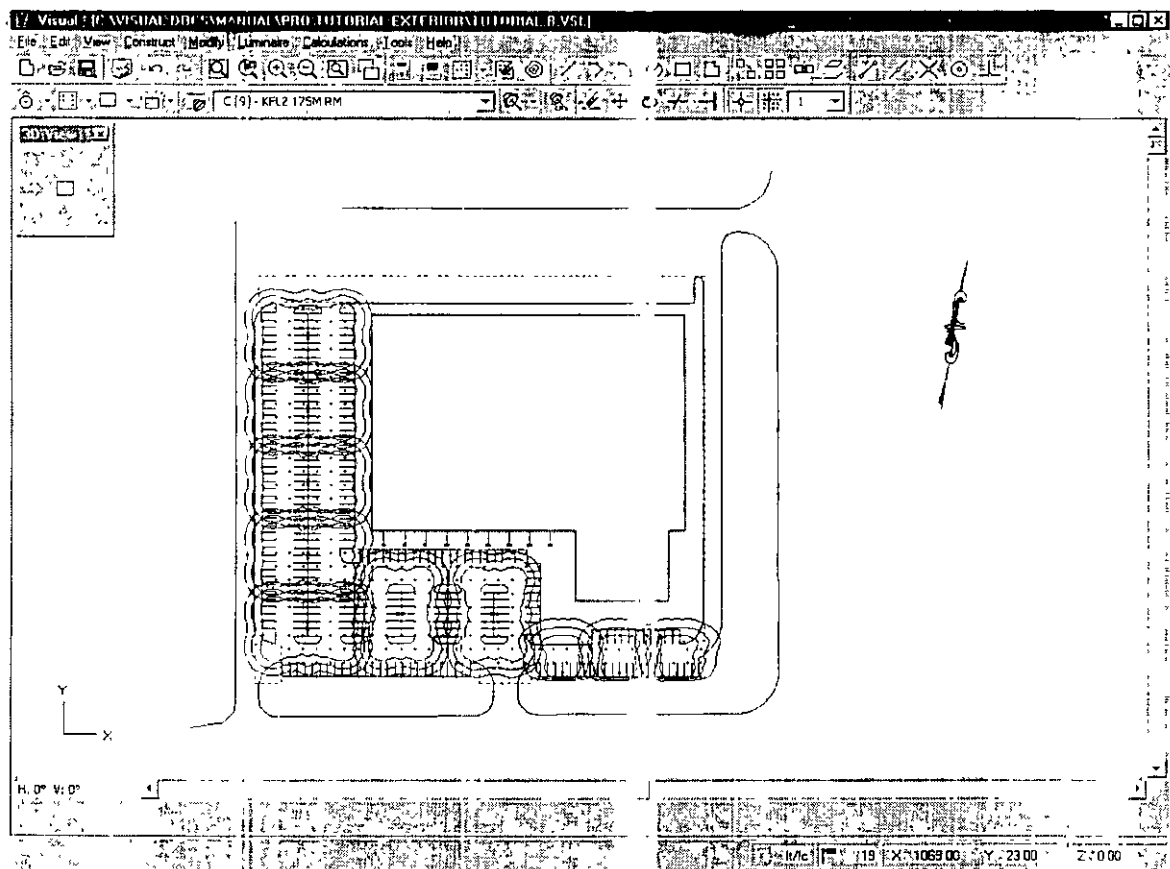
The screen should look similar to the graphic below



## Removing Unwanted Calculation Points

By examining the lighting model, you will see that there are calculation points inside the structure which need to be removed, as well as extraneous points around the boundary of the parking area

- From the CALCULATIONS MENU, select MASK. The Status Bar will prompt for the selection of the Calculation Zone that you wish to mask. Select the parking lot Calculation Zone that you just constructed. The Status Bar will now prompt for entry or selection of the first vertex of a polygonal shape that will define the mask.
- Right-Click the mouse to indicate that all of the vertices have been selected and complete the command. The final side of the polygon will automatically be drawn to close the polygonal exclusion area and remove the unwanted points. The mask will be displayed by a dashed purple polygon.
- Repeat the mask command as necessary until all unwanted points have been masked. Your screen should look similar to the graphic below.



## Performing Calculations and Viewing Results

The model is now complete and ready for analysis

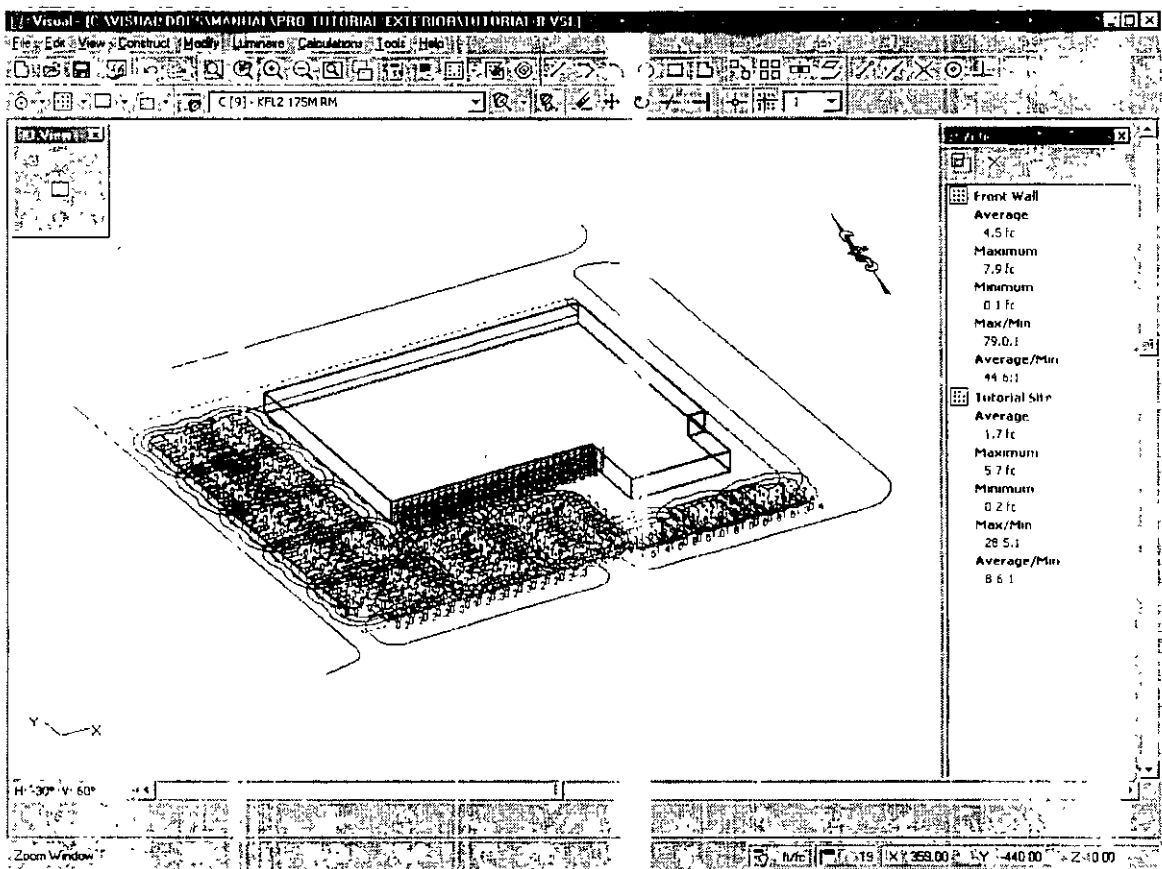
- Select ZOOM, ALL from the VIEW MENU

- Select **CALCULATE** from the **CALCULATIONS MENU**. Visual will analyze the lighting model. The Status Line will report the different calculations being performed and a blue progress indicator will appear on the Status Bar to inform you of the progress of each calculation.

When Visual is finished, the calculation points will display their associated numerical illuminance values.

- Select **STATISTICS** from the **CALCULATIONS MENU**. The **Statistics Window** will appear and report the statistical results for the two defined calculation planes.
- Select **Southwest view** from the **3-D VIEW TOOLBAR** to see both calculation zones.

The screen should look like the graphic below.



Note the maximum values printed in bright red and the minimum values printed in blue.

The density of points may make it difficult to read individual values.

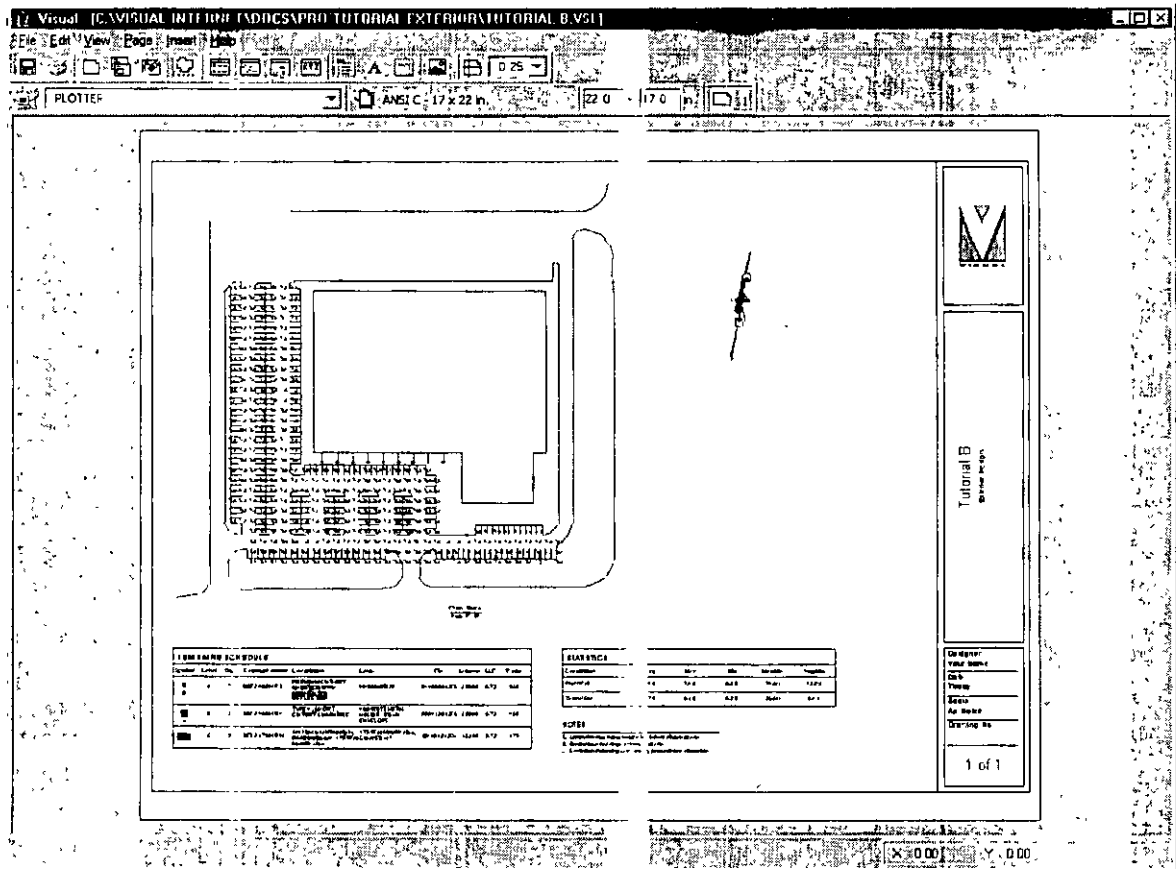
- From the **VIEW MENU**, select **ZOOM...WINDOW** to view any areas of interest.

Panning is used to shift the contents of the Design Window in order to reveal portions of the model space adjacent to the current view.

- Select **PAN** from the **VIEW MENU** to translate the view of the model and evaluate the various illuminance values. The Status Bar will prompt for a reference point (base point).

- Left-Click the mouse in the Design Window at a point which is on the left-hand side of the screen. The Status Bar will now prompt for the destination point where this point is to be moved
- Left-Click the mouse at a point on the right-hand side of the screen. Visual will then translate the contents of the Design Window based on the points selected.

You are now ready to print the results if desired. See Tutorial A and the Visual User's Guide for further information on using the **Print Editor**





FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001



# CA 194 CURSO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE VIALIDADES Y ÁREAS EXTERIORES

TEMA:  
"INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN FALLAS  
COMUNES, CAUSAS POSIBLES Y LA MANERA  
APROPIADA DE CORREGIRLAS"

EXPOSITOR: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE DE 2004

PALACIO DE MINERÍA



DIVISIÓN DE  
EDUCACIÓN  
CONTINUA

Programa 2004

# Guía para la Solución de Problemas

La mayoría de las instalaciones de iluminación, proveen un servicio confiable durante muchos años sin necesidad de mantenimiento excepto por limpieza de rutina y cambio de lámparas. Si se presenta una falla, utilice la siguiente información para diagnosticar y corregir el problema. Desconecte la energía antes de reparar cualquier tema de iluminación. No realice ninguna reparación mientras que el luminario esté en uso. Comuníquese con el Departamento de Servicio al Cliente Lithonia si necesita or asistencia.

La siguiente es una lista de las fallas comunes, causas posibles y la manera apropiada de corregirlas.

## La lámpara no Enciende

**Lámpara o Balastro Equivocado** - Revise la etiqueta del luminario contra el tipo de lámpara. Revise los números ANSI de la lámpara y del balastro para asegurar que coincidan. Revise que la lámpara esté en la posición adecuada de encendido (Aditivos Metálicos)

**Lámpara mal Colocada en el Portalámparas** - Alinee la lámpara y ajústala de nuevo. Revise el pin de conexión con el portalámparas. HID Revise si el centro del contacto del portalámparas está comprimido. Si es así, desconecte el luminario de la energía y doble el contacto a su posición correcta con un destornillador

**Instalación Eléctrica Incorrecta o Suelta** - Desconecte la energía eléctrica. Revise las conexiones de la instalación eléctrica. HID Conecte el conductor del luminario marcado con la tensión adecuada al conductor de línea 120 y 277. Conecte el conductor marcado COM al conductor neutral 208, 240 y 480V. Conecte el conductor marcado COM a otro conductor de línea

**Lámpara hacia el Final de su Vida Útil** - Reemplace con una lámpara nueva. Los tubos de descarga HID se oscurecerán al acercarse al final de su vida útil. Las lámparas de aditivos metálicos producirán poca salida de luz y pueden presentar un arranque intermitente. Además sufrirán severos cambios de color. Las lámparas de Sodio de Alta Presión presentarán encendido normal pero se prenderán y apagaran (ciclo) durante su operación. El recubrimiento de una lámpara de Sodio de Alta Presión puede desarrollar una decoloración de color café. Las lámparas de Sodio de Baja Presión operarán casi a su total salida de luz pero al acercarse al final de su vida útil, el encendido se tornará imposible.

**Control Fotoeléctrico Defectuosa** - Desconecte la fotocelda tipo botón del circuito o reemplace la fotocelda. Gire el medio giro NEMA con capucha de prueba, pruebe el luminario. Si la lámpara enciende, reemplace el fotocontrol PE

**Baja Tensión de Línea o de Salida del Balastro** - Revise la tensión de línea en el luminario. Revise la tensión del circuito abierto. Consulte la página 204 para balastros HID

**Balastro Quemado** - Revise la continuidad del circuito. Consulte la página 203 para balastros fluorescentes. Consulte la página 204 para balastros HID

**Falla del Circuito de Arranque** - Reemplace la lámpara por una lámpara probada en buen estado. Si la lámpara no enciende, cambie el arrancador.

**Temperatura Ambiente Inadecuada** - Revise la clasificación del balastro o del luminario contra las condiciones ambientales existentes. Las lámparas fluorescentes desarrollan problemas de encendido cuando la temperatura ambiente es de menos de 10°C. Las de Mercurio y de Aditivos Metálicos encenderán por arriba de -28°C y las de Sodio a Alta Presión por arriba de -40°C

**Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja** - Desconecte de la corriente. Revise las conexiones de la instalación eléctrica

## Arranque lento o errático

**Lámpara hacia el Final de su Vida Útil** - Reemplace con una lámpara nueva. Los tubos de descarga HID se oscurecerán al acercarse al final de su vida útil. Las lámparas de Mercurio y de Aditivos Metálicos producirán poca salida de luz y pueden presentar un arranque intermitente. Aditivos Metálicos sufrirá severos cambios de color. Las lámparas de Sodio de Alta Presión presentarán encendido normal pero se prenderán y apagaran (ciclo) durante su operación. El recubrimiento de una lámpara de Sodio de Alta Presión puede desarrollar una decoloración de color café. Las lámparas de Sodio de Baja Presión operarán casi a su total salida de luz pero hacia el final de su vida útil, el encendido se tornará imposible

**Baja Tensión de Línea o de Salida del Balastro** - Revise la tensión de línea en el luminario. Revise la tensión del circuito abierto. Consulte la página 204 para balastros HID

**Variación en la Tensión de Línea** - Revise la tensión de entrada con un voltímetro (si este es el problema, revise otro equipo en el mismo circuito)

**Lámpara Equivocada o Posición de Operación** - Revise la etiqueta del luminario contra el tipo de lámpara. Revise los números ANSI de la lámpara y del balastro para asegurar que coincidan. Revise la posición adecuada de operación de la lámpara (Aditivos Metálicos)

**Temperatura Ambiente Inadecuada** - Revise la clasificación del balastro o del luminario contra las condiciones ambientales existentes. Lámparas fluorescentes desarrollan problemas de encendido cuando la temperatura ambiente es de menos de 10°C. Las de Mercurio y de Aditivos Metálicos encenderán por arriba de -28°C y las de Sodio de Alta Presión por arriba de -40°F.

**Lámpara con Arranque Difícil** - Reemplace con una lámpara nueva si el retraso es prolongado.

**Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja** - Desconecte de la corriente. Revise las conexiones de la instalación eléctrica

**Balastro hacia el Final de su Vida Útil** - Pruebe el balastro. Ver página 203 para balastros fluorescentes

## Parpadeo, "Centelleo" o Temblor (fluorescente)

**Las Lámparas Nuevas pueden Necesitar Estabilizarse** - Encienda y apague el luminario varias veces a intervalos de 30 minutos.

**Temperatura Ambiente Demasiado Baja** - Si la temperatura ambiente está por debajo de 10°C, cambie la clasificación de balastro para tales condiciones.

**Considerables Corrientes de Aire a través de las Lámparas** - Revise el aire de ventiladores o equipo acondicionado a través de las lámparas

**Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja** - Desconecte la energía eléctrica. Revise las conexiones de energía eléctrica

**Variaciones en la Tensión de Línea** - Revise la tensión de línea. Consulte la página 203 para balastros fluorescentes

## Ciclos (Encendido y apagado de lámparas)

**Variaciones en la Línea de Voltaje** - Revise la tensión de línea.

**Detector de Aislamiento Defectuoso (luminarios empotrados)** - Desvíe para verificar o mueva el aislamiento si está en contacto. El aislamiento debe mantenerse al menos a 3" del costado y a 1/2" de la parte superior del luminario.

## Alta Intensidad de Descarga:

**Lámpara al Final de su Vida Útil o Lámpara Defectuosa HPS** - Reemplace con una lámpara nueva

**El Control Fotoeléctrico recibe Luz Reflejada** - Cubra el control PE y pruebe el luminario

**Lámpara o Balastro Equivocado** - Compare las etiquetas del luminario y de la lámpara para comparar la potencia y la fuente. Compare la tensión de operación del luminario y la tensión de línea

**Baja Tensión de Salida de Balastro** - Revise la tensión de línea en el luminario. Revise la tensión de circuito abierto. Consulte la página 204 para balastros HID

**Incorrecta posición de Operación de la Lámpara (Aditivos Metálicos)** - Revise las especificaciones de la lámpara para una posición adecuada de operación.

## Fluorescente

**Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja** - Desconecte la energía eléctrica. Revise las conexiones de la instalación eléctrica.

**El balastro trabaja a temperatura muy alta** - Revise altas temperaturas ambiente, ventile o apague el luminario

**Balastro hacia el final de su vida útil** - Pruebe el balastro. Ver página 203 para balastros fluorescentes

## Salida de Luz reducida

**Temperatura Ambiente Inadecuada** - Fluorescente: revise temperatura ambiente significativa por arriba o por debajo 25°C

**Corriente de Aire a través de las Lámparas** - Fluorescente: Revise el aire de los ventiladores o del equipo acondicionado a través de las lámparas

**Lámpara hacia el Final de su Vida Útil** - Reemplace con una lámpara nueva. Los tubos de descarga HID se oscurecerán al acercarse al final de su vida útil. Las lámparas de Mercurio y/o de Aditivos Metálicos producirán baja salida de luz y pueden mostrar un arranque intermitente. Aditivos Metálicos sufrirá cambios severos de color. Las lámparas de Sodio de Alta Presión mostrarán arranque normal, pero se encenderán y apagaran (ciclo) durante la operación. El recubrimiento de la lámpara de Sodio de Alta Presión puede desarrollar una decoloración de color café. Las lámparas de Sodio de Baja Presión operarán casi a su total salida de luz pero hacia el final de su vida útil, el encendido se tornará imposible

**Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja** - Desconecte de la energía eléctrica. Revise las conexiones de la instalación eléctrica.

**Balastro hacia el Final de su Vida Útil** - Pruebe el balastro. Ver página 203 para balastros fluorescentes. Ver página 204 para balastros HID

## Vida útil corta de Lámparas

**Lámpara o Balastro Equivocado** - Compare la etiqueta del luminario contra el tipo de lámpara. Revise los números ANSI de la lámpara y del balastro para asegurar que coincidan. Revise que la lámpara esté en la posición de operación adecuada

**Baja Tensión de Línea o del Balastro** - Revise la tensión de línea en el luminario. Revise la tensión de circuito abierto. Consulte la página 204 para balastros HID.

**La Lámpara Opera menos de 10 horas por Encendido** - La vida útil nominal de una lámpara se basa en 10 horas de operación por encendido. La regla general para la vida útil esperada de una lámpara es 50 por ciento de reducción en el tiempo de encendido cada vez que se prende resulta en un 25 por ciento en la reducción del tiempo de vida útil de la lámpara

**Lámpara Defectuosa** - Reemplace con una nueva lámpara

## Radio Interferencia (Fluorescente)

**Interferencia del Equipo Electrónico** - Mueva el equipo electrónico al menos a 3 m de las lámparas. Instale blindaje de radio frecuencia. Instale filtro de radio interferencia. Mejore las conexiones a tierra del equipo. Instale antena de radio blindada y aterrizada.

Fusibles fundidos o Interruptor Térmico o Accionado (HID)

**Fusibles mal Instalados en el Luminario** - Revise los fusibles en el luminario con las especificaciones del fabricante. Reemplace si está incorrecto

**Circuito Sobrecargado** - Verifique que la carga total del circuito sea menor que el promedio del circuito.

**Luminarios a Tierra** - Revise con pruebas de corto circuito (tierra física). Si están en corto, reemplace los luminarios. Consulte la página 204 para balastros HID



Todas las lámparas de descarga eléctrica se caracterizan como fuentes de luz de resistencia negativa. Por lo tanto, requieren aparatos de soporte que limiten la corriente cuando se les aplica una tensión, para prevenir que la lámpara se destruya. El balastro es el aparato que limita la capacidad de corriente.

Además, el balastro provee a la lámpara con la tensión adecuada para encender y operar con toda confianza la lámpara a través de su vida nominal. Un transformador integrado al circuito del balastro adapta la tensión requerida por la lámpara a la tensión de línea disponible.

Las lámparas fluorescentes y HID exhiben varias características eléctricas que tienen efectos importantes sobre los balastros. Las siguientes definiciones ayudarán a explicar esas características:

## Tensión de Encendido

Las lámparas fluorescentes de encendido rápido contienen cátodos, los cuales se precalientan por el balastro. Una variedad de balastros de encendido rápido fluorescente están disponibles para producir encendido confiable para ambientes de temperatura específica. Las lámparas de vapor de Mercurio y de Aditivos Metálicos incorporan electrodos de encendido integral los cuales permiten que las lámparas enciendan con relativa baja tensión en ambientes con temperaturas por arriba de los  $-28^{\circ}\text{C}$ .

Las lámparas de Sodio de Alta Presión y Aditivos Metálicos de baja potencia, y aditivos metálicos Pulse Start (menos de 100 watts) requieren aparatos de encendido electrónico separados llamados "ignitores", que liberan un pulso de alta tensión para establecer el arco. SAP encenderá con toda confianza arriba de temperaturas ambiente de  $-40^{\circ}\text{C}$ . El pulso repite en cada ciclo con un máximo de ancho de pulsación de 15 microsegundos. Una vez que el arco de la lámpara se ha establecido, se desactiva el ignitor.

## Corriente de Encendido

Esta es la corriente inicial disponible para la lámpara durante el calentamiento. Si la corriente es incorrecta, la lámpara no encenderá o no alcanzará su rendimiento de operación promedio. Puede afectarse la vida de la lámpara.

## Corriente de Operación

La corriente de operación es el flujo de corriente nominal bajo condiciones de operación nominales una vez que el arco de la lámpara se establece y está funcionando a niveles nominales. La corriente de encendido puede diferir de la corriente de operación. Se debe tener cuidado de cargar los circuitos a las condiciones más altas de carga (amperes). Los balastros de factor de potencia normal tienen corrientes de encendido más altas que las de operación. Las lámparas de Aditivos Metálicos de bajo voltaje (100 watts o menos) y las SAP tienen la demanda de corriente mayor durante el encendido (arranque en caliente).

La tensión de operación de las lámparas fluorescentes permanece relativamente constante a través de su vida. La duración de la lámpara, del balastro y la salida de luz puede verse afectada, si la tensión de operación varía de forma significativa de la tensión especificada para el balastro. En general, los balastros fluorescentes deben ser operados dentro de la tensión nominal  $\pm 7.5\%$ .

La tensión de operación de la lámpara de vapor de Mercurio y de Aditivos Metálicos permanece relativamente constante a través de su duración nominal, aunque las tolerancias de fabricación de la lámpara pueden permitir una variación hasta de  $\pm 10\%$  por ciento del nominal. Como resultado, dependiendo del tipo de balastro que se está utilizando, la potencia de la lámpara HID puede variar de forma considerable. La tensión de operación de la lámpara de Sodio de Alta Presión incrementa en forma continua a partir de la instalación inicial hasta el final de vida.

Los balastros SAP están diseñados para proporcionar los requerimientos de aumento de voltaje a la lámpara a través de su duración nominal. Por ejemplo, una lámpara SAP a 400 W, por lo general enciende en 100 voltios e incrementa a 140 voltios al final de su tiempo de duración.

## Potencia de Operación

Las lámparas fluorescentes operan a una potencia nominal si el suministro de voltaje es nominal y la lámpara está operando a una temperatura ambiente de  $25^{\circ}\text{C}$ . Las lámparas HID operan a una potencia nominal sólo si la tensión de la lámpara y la tensión de alimentación son nominales. La potencia de la lámpara, la salida de luz y la vida de la lámpara pueden ser afectados si cualquier condición varía del valor nominal.

## Factor de Cresta

El factor de cresta es la relación del valor pico al valor RCM de corriente (Raíz cuadrada media). Por ejemplo, el factor de cresta de una forma de onda senoidal es de 1.41. La información publicada por el fabricante de la lámpara está basada en lámparas operadas en un balastro de reactor estándar con un factor de cresta de 1.41. La tensión de entrada a un balastro de tipo comercial es una onda senoidal, pero la forma de onda de tensión secundaria en el balastro de tipo inductivo y capacitivo está distorsionada, y sus factores de cresta son superiores de 1.41.

Las pruebas indican que los balastros con factores de cresta más altos pueden resultar en una depreciación de la salida de lúmenes o reducir la vida de la lámpara, en general, se recomienda un máximo de factor de cresta de corriente de lámpara de 1.7 para balastros fluorescentes. Los balastros HID de potencia constante y autotransformadores de potencia constante tienen un factor de cresta de cerca de 1.8. Los balastros de Aditivos Metálicos y de SAP alcanzan 1.65. Las recomendaciones de la lámpara HID sugieren un factor de cresta máximo de 2.0 para vapor de Mercurio y de 1.8 para Aditivos Metálicos y SAP.

## Factor de Potencia

El factor de potencia (el desfase entre tensión y corriente) es la relación de watts de línea a volts x amperes de línea, expresado en porcentaje. Un balastro de alto factor de potencia (HPF) debe tener un factor de potencia de al menos 90% de tensión nominal de línea de la lámpara. En muchos casos conforme la lámpara y el capacitor se desgastan, el factor de potencia caerá por abajo del 90%. Un balastro de factor de potencia normal (NPF) tiene un factor de potencia por debajo de 90%, por lo general cerca de 50%. Los balastros fluorescentes compactos NPF pueden ser tan bajos como de 28%.

Un balastro de factor de potencia normal tiene casi dos veces la corriente de línea de un balastro de alto factor de potencia, así que se requieren cables de mayor calibre, interruptores termo magnéticos, interruptores, etc. Para la carga conectada equivalente. La compañía suministradora de energía puede aplicar una penalización por uso ineficiente de la energía debido al uso de equipos de bajo factor de potencia.

## Interferencia en Radio Frecuencia (RFI)

### e Interferencia Electromagnética (EMI).

Por lo general, los balastros fluorescentes electrónicos operan una frecuencia en exceso de 20,000 Hz para optimizar la eficacia de la lámpara. Los balastros electrónicos pueden retroalimentar la interferencia hacia el sistema de poder dando como resultado interferencia con equipo electrónico sensible como el de comunicaciones o equipo de procesamiento de datos. Los balastros electrónicos de alta calidad usan filtros y cubiertas para reducir la EMI por conducción y radiación a límites aceptables como lo especifica la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC).

## Clasificación de Sonido del Balastro

Los balastros de núcleo y bobina pueden producir un ligero zumbido debido a la acción magnética dentro del balastro. Los balastros fluorescentes son clasificados por sonido con un código de letra de la A a la D. La clasificación de sonido A corresponde al balastro más silencioso y regularmente está recomendado para aplicaciones comerciales. Debido a que el balastro electrónico de estado sólido no contiene núcleo y bobina, por lo general puede operar de forma más silenciosa que los balastros magnéticos.

## Temperatura del Balastro

La temperatura del balastro se ve afectada por cambios en la temperatura ambiente e incremento de tensión. Los balastros fluorescentes contienen un interruptor térmico de clase P el cual desconectará el balastro si este excede los  $105^{\circ}\text{C}$ . La temperatura ambiente o tensión de línea excesiva puede reducir la vida útil del balastro considerablemente.

## Distorsión armónica

Todos los balastros generan corrientes armónicas de cierta magnitud en el sistema de distribución eléctrica. El cociente entre la corriente RCM armónica (raíz cuadrada promedio), la corriente RCM fundamental es la Distorsión Armónica Total o THD. Por lo general, THD se usa para evaluar la capacidad de un balastro electrónico fluorescente para controlar las corrientes armónicas. El estándar ANSI para los balastros electrónicos especifica un THD máximo de 32%. Los balastros magnéticos convencionales por lo general están en el rango de 10% al 20%. La mayoría de los balastros electrónicos híbridos (que contienen componentes electrónicos y electromagnéticos) caen en el área de 20% a 30% de THD. Los balastros electrónicos de estado sólido (casi todos contienen componentes electrónicos) por lo general están e menos de 10%.

## Regulación del balastro

Es la capacidad de un balastro para controlar la potencia de la lámpara cuando está sujeta la variación de la tensión de línea. En un sistema eléctrico en el cual se utilizan lámparas HID, deben considerarse las variaciones de tensión de línea esperadas. Es posible tener variaciones de hasta  $\pm 10\%$  de tensión nominal. Las características de regulación para varios tipos de balastros están listados en las tablas de información de balastro. Por lo general el costo de un balastro sube con el grado de regulación disponible. A mejor regulación, mayor costo.

## Tensión de Extinción

Todos los sistemas de distribución, experimentan caídas y picos en la tensión de línea, así como condiciones transitorias. Los sistemas bien regulados rara vez se enfrentan a fluctuaciones de tensión del 20% o más. Si las variaciones de voltaje son de importancia, asegúrese de revisar la tensión de extinción indicada en los balastros HID. Las caídas de tensión en exceso de este valor pueden causar que las lámparas se apaguen.

# Balastos Electrónicos Fluorescentes

## Opción de Balastro Electrónico Genérico

Lithonia Lighting mantiene el inventario más grande y amplio de luminarios con balastos electrónicos en sus centros de distribución. Aún cuando la calidad, el funcionamiento y la disponibilidad del balastro sean de importancia, pero no tiene un proveedor de su preferencia, especifique la opción de balastro electrónico genérico; lo cual le asegurará un balastro electrónico que alcanza y supera los estándares ANSI para balastos electrónicos de alta frecuencia. Los balastos que se proporcionen serán de fabricantes reconocidos con programas de servicio y garantía establecidos. Especifique GEB para un balastro con menos de 20% THD. GEB10IS, GEB10RS y GEB10PS son opciones de balastro con menos de 10% THD. Por el momento, la opción de multitensión (MVOLT) está disponible sólo en balastos de menos de 10% THD.

## Especificaciones GEB / GEB10

- Listado UL. Clase P, con protección térmica, balastro no-PCB. Certificado NOM.
- Transitorio de línea mínimo como se muestra en IEE587, Categoría ANSI-62.41.
- Tipo de circuito de balastro: arranque instantáneo o rápido, en serie o paralelo.
- Operación de balastro: nominal 120V (108V-132V) 60Hz, nominal 277V (249V-305V) 60Hz, ó MVOLT (120V-277V) 50Hz ó 60Hz.
- El balastro cumple con el Estándar de Eficiencia Federal de 1988 (ley 100-357) en donde es aplicable.
- Cumple con las leyes / regulaciones FCC Parte 18, 15J para EMI / RFI.
- Temperaturas mínimas de arranque de lámpara: -17.8°C para lámparas T8, 10°C

- para lámparas estándar T12 y 15.6°C para lámparas ahorradoras de energía T12.
- Factor de Potencia igual a o mayor que .95.
- Máximo factor de cresta de lámpara 1.7.
- Garantía del fabricante para balastro, mínima de 5 años.
- El balastro cumple todos los requisitos de ANSI C82.11

**GEB / GEB10\_ Número de Catálogo** Añada designación al número de catálogo del luminario  
Ejemplo. **2SP8 G 3 32 A12 MVOLT 1/3 GEB10IS**

### NOTAS:

- 1 Consulte a su representante o ventas de Lithonia Lighting
- 2 Disponible para lámparas estándar T5 y T5HO sólo en MVOLT
- 3 IS = arranque instantáneo, R = arranque rápido
- 4 S = series, P = paralelo
- 5 Balastro sencillo opera todas las lámparas en configuración de 3 o 4 lámparas

Voltaje	Configuración	Tipo
120, 277, MVOLT <sup>1</sup>	(blanco) Estándar (ver tabla abajo a la derecha)	<b>GEB</b> ≤20 THD
	1/3 Un balastro de 3 lámparas	<b>GEB10IS</b> ≤10 THD, arranque instantáneo
	1/4 Un balastro de 4 lámparas	<b>GEB10RS</b> ≤10 THD, arranque rápido
		<b>GEB10PS</b> ≤10 THD, arranque programado <sup>2</sup>

## GEB/GEB10\_ Desempeño

Descripción de lámparas Lithonia	Tipo de lámpara	Potencia de lámpara	Num de lámparas operadas	Max. Watts ANSI	Factor de balastro mínimo	Tipo de circuito <sup>3</sup>	Diagrama de conexión <sup>4</sup>	Clas de sonido
Sólo GEB10IS	U31 24" T8 U(1 1/8") U316 24" T8 U(6") 32 48" T8	Std	1	32	0.85	IS	P	A
			2	59				
			3 <sup>5</sup>	88				
			4 <sup>5</sup>	113				
GEB y GEB10RS	U31 24" T8 U(1 1/8") U316 24" T8 U(6") 32 48" T8  40 24" T12 U40 24" T12 U(6") U403 48" T8 (3")	Std	1	39	0.85	IS o RS	S o P	A
			2	62				
			3 <sup>5</sup>	95				
			4 <sup>5</sup>	114				
		ES	1	38	0.85	RS	S	A
			2	74				
			3 <sup>5</sup>	110				
			1	31				
GEB y GEB10IS	CF 40 24" TT5 96 96" T8 96T8HO 96" T8	Std	2	70	0.85	IS	P	A
			3 <sup>5</sup>	101				
			2	110				
Sólo U40	96 96" T12 96HO 96" T12 HO	Std	2	140	0.85	IS	Slimline	B
			2	116				
		ES	2	209	0.85	RS	S	B
			2	178				

## Desempeño Fluorescente Compacto GEB10RS

Descripción de lámpara	Núm. de lámparas operadas	Temp. de arranque (0°F)	Factor de balastro min.	Corriente max. (amperes)	Watts
13W TT	1	-18° F	0.98	120V-0.16 277V-0.07	14
13W DTT	1	-18° F	0.98	120V-0.20 277V-0.08	18
18W DTT	1	-18° F	0.98	120V-0.25 277V-0.11	27
18W TRT	1	-18° F	0.98	120V-0.20 277V-0.08	18
26W DTT	1	-18° F	0.98	120V-0.25 277V-0.11	27
26W TRT	1	-18° F	0.98	120V-0.25 277V-0.11	27
32W TRT	1	-18° F	0.98	120V-0.33 277V-0.14	34
42W TRT	1	-18° F	0.98	120V-0.44 277V-0.19	45

## Configuración de Balastro Estándar de Lithonia

Luminarios de 1-lámpara: Un balastro de 1 lámpara  
Luminarios de 2-lámparas: Un balastro de 2 lámparas  
Luminarios de 3-lámparas: Un balastro de 1 lámpara, un balastro de 2 lámparas  
Luminarios de 4-lámparas: Dos balastos de 2 lámparas

Balastros Magnéticos Fluorescentes (60-Hz)

Tipo de Balastro	Tipo de Medición	Equipo Requerido	Método de Prueba
Pre-calentado	<i>Corriente de Arranque y Corriente de Operación</i>	Amperímetro (escala 0-1 amp)	Medir amperes entre la lámpara y el cable secundario de color de alta tensión del balastro. Quitar lámpara.
	<i>Tensión de Arranque</i>	Voltímetro (escala 0-300V)	1 lámpara: Medir la tensión entre el cable rojo y el cable blanco 2 lámparas: Medir tensión entre el cable rojo y el blanco, entre el cable azul y el cable blanco.
Arranque rápido	<i>Tensión de Arranque</i>	Voltímetro (escala 0-1000V)	Medir tensión entre el cable azul y el cable rojo de lectura más alta 1 lámpara: Medir tensión entre dos cables rojos; entre dos cables azules.
	<i>Tensión de Filamento</i>	Voltímetro (escala 0-1000V)	2 lámparas: Medir tensión entre dos cables rojos; entre dos cables azules, entre dos cables amarillos
800mA	<i>Tensión de Arranque</i>	Voltímetro (escala 0-1000V)	Medir tensión entre un cable azul y el cable rojo de lectura más alta 1 lámpara: Medir tensión entre dos cables rojos; dos cables azules.
	<i>Tensión de Filamento</i>	Voltímetro (escala 0-1000V)	2 lámparas: Medir tensión entre dos cables rojos, entre dos cables azules; entre dos cables amarillos
1500mA	<i>Tensión de Arranque</i>	Voltímetro (escala 1-1000V)	Medir tensión entre el cable azul y el cable rojo de lectura más alta. 1 lámpara: medir tensión entre dos cables rojos, entre dos cables azules.
	<i>Tensión de Filamento</i>	Voltímetro	2 lámparas: Medir tensión entre dos cables rojos, dos cables azules, entre dos cables amarillos.
Slimline	<i>Tensión de Arranque</i>	Voltímetro (electrostático o tipo alta tensión, escala 0-1000V)	Quitar lámpara: Medir tensión entre los cables primarios y secundarios de cada lámpara como se indica abajo. Para balastros de secuencia en serie, el cable rojo debe estar en posición mientras se mide la tensión de arranque de la otra lámpara  1 lámpara: Medir entre el cable rojo y el cable blanco 2 lámparas (series): Medir entre el cable rojo y el cable blanco Insertar la lámpara en la posición roja y blanca, medir entre el cable azul y el cable negro 2 lámparas (adelanto-retraso): Medir entre el cable rojo el cable blanco; medir entre el cable azul y el cable blanco
Arranque instantáneo	<i>Tensión de Arranque</i>	Voltímetro (electrostático o tipo alta tensión, escala 0-1000V)	Quitar lámpara. Medir tensión entre los cables primarios y secundarios de cada lámpara como se indica abajo. Para balastros de secuencia en serie, los cables rojos deben de estar en posición mientras se mide la tensión de arranque de la otra lámpara 1 lámpara: medir entre el cable rojo y el cable blanco. 2 lámparas (series): Medir entre el cable rojo y el cable blanco Poner lámpara en posición rojo y blanco y medir entre el cable azul y el negro. 2 lámparas (adelanto-retraso): Medir entre el cable rojo y el cable blanco; entre el cable azul y el cable blanco

# Pruebas de Balastos HID (Alta Intensidad de Descarga)

## 1- Límites de Prueba de Cortos Circuitos y Circuitos Abiertos Alta Intensidad de Descarga

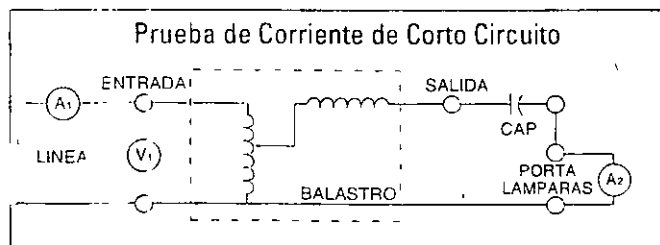
	Lámpara		Tensión RMS	Corriente de corto circuito secundario Amps
	Potencia	Núm. ANSI		
Balastos de Mercurio	50	H46	225-255	0.85-1.15
	75	H43	225-255	0.95-1.70
	100	H38	225-255	1.10-2.00
	175	H39	225-255	2.00-3.60
	250	H37	225-255	3.00-3.80
	400	H33	225-255	4.40-7.90
	2-400 (ILO)	2-H33	225-255	4.40-7.90
	2-400 (Series)	2-H33	475-525	4.20-5.40
	700	H35	405-455	3.90-5.85
	1000	H36	405-455	5.70-9.00
Balastos de Aditivos Metálicos	70	M85	210-250	0.85-1.30
	100	M90	250-300	1.15-1.76
	150	M81	220-260	1.75-2.60
	175	M57	285-320	1.50-1.90
	250	M80	230-270	2.90-4.30
	250	M58	285-320	2.20-2.85
	400	M59	285-320	3.50-4.50
	2-400 (ILO)	2-M59	285-320	3.50-4.50
	2-400 (Series)	2-M59	600-665	3.30-4.30
	1000	M47	400-445	4.80-6.15
1500	M48	400-445	7.40-9.60	
Balastos de Sodio Alta Presión*	35	S76	110-130	0.85-1.45
	50	S68	110-130	1.50-2.30
	70	S62	110-130	1.60-2.90
	100	S54	110-130	2.45-3.80
	150	S55	110-130	3.50-5.40
	150	S56	200-250	2.00-3.00
	200	S66	200-230	2.50-3.70
	250	S50	175-225	3.00-5.30
	310	S67	155-190	3.80-5.70
	400	S51	175-225	5.00-7.60
1000	S52	420-480	5.50-8.10	
Balastos de Sodio de Baja Presión	18	L69	300-325	0.30-0.40
	35	L70	455-505	0.52-0.78
	55	L71	455-505	0.52-0.78
	90	L72	455-525	0.80-1.20
	135	L73	645-715	0.80-1.20
	180	L74	645-715	0.80-1.20

\* PRECAUCIÓN. Desconecte siempre el ignitor antes de medir la tensión de salida del balastro de Sodio de Alta Presión. Comúnmente, los pulsos de arranque de alta tensión pueden dañar a los multímetros.

## 2- Corriente de Corto Circuito para Lámpara HID

Para asegurar que el balastro está generando la corriente apropiada según las condiciones de arranque de la lámpara, se debe tomar una medición al conectar el amperímetro entre el centro del portalámpara de la lámpara y el armazón del portalámpara con la tensión nominal de salida aplicado al balastro. Si esta disponible, se puede utilizar un adaptador para portalámpara

- 1 Energizar el balastro con la tensión nominal de salida apropiada
- 2 Medir la corriente con un amperímetro en A<sup>1</sup> y A<sup>2</sup> como se muestra abajo.
- 3 Lecturas deben estar dentro de los límites de prueba como se muestra abajo.



Al usar un amperímetro de abrazadera para esta medición, debe estar seguro de que el lector no este cerca del campo magnético del balastro o que ningún elemento de acero pueda distorsionar el campo magnético

Cuando la prueba de corriente de la lámpara del corto circuito resulta alto, o bajo o no se puede leer:

Deben hacerse verificaciones más profundas para determinar si la causa se atribuye al suministro de tensión inapropiado, capacitor abierto o en corto, o balastro inoperante

Las verificaciones se pueden realizar como sigue:

### O Verificar el Suministro de Tensión

Medir Tensión de la Línea. Si el balastro es unidad multitensión, asegúrese de que la conexión de tensión de entrada es apropiado para la tensión de entrada de la terminal o el cable

### O Verificar Capacitor.

Verificar que la lectura indicada del capacitor sea como se requiere y como se muestra en la etiqueta del balastro

### O Verificar Balastro

Realice una Prueba de Tensión de Circuito Abierto para asegurar que la operación esté dentro del rango RCM que se muestra en la tabla de la izquierda.

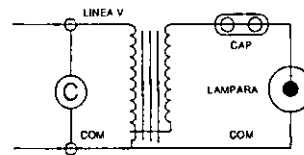
## 3- Prueba de Continuidad al Balastro HID

### Continuidad a la Bobina Primaria

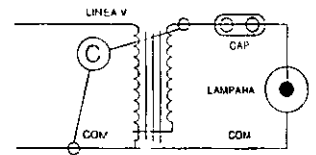
- 1 Desconectar el balastro de la fuente de alimentación y descargar el capacitor.
- 2 Verificar la continuidad de la bobina primaria de balastro entre los cables de entrada.

### Continuidad de Bobina Secundaria

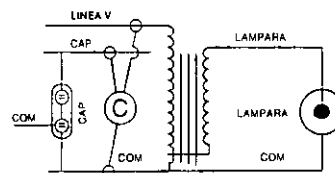
1. Desconectar el balastro de la fuente de alimentación y descargar el capacitor.
2. Verificar la continuidad de la bobina secundaria de balastro entre la lámpara y los cables comunes.



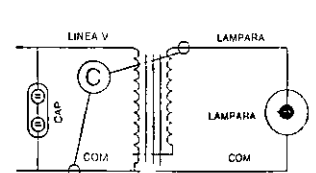
Entre cables común y de Línea



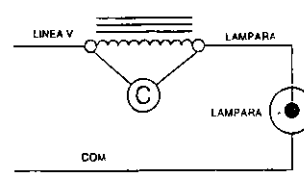
Entre cables común y del Capacitor



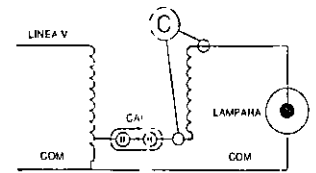
Entre cables de Línea y de Lámpara



Entre cables común y de Lámpara



Entre cables común y del Capacitor

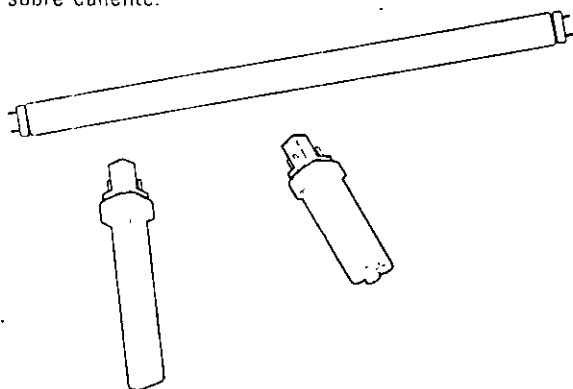


Entre cables común y de Lámpara

NOTA: Información proporcionada por Advanced Transformer Co. y impresa con autorización

## Balastros Fluorescentes<sup>1</sup>

Los balastros fluorescentes fueron diseñados para cumplir con los requerimientos eléctricos de un tipo específico de lámparas. Pre-calentado, Arranque Instantáneo Slimline y Arranque Rápido son balastros que se utilizan de manera común. Los balastros Pre-calentado y Arranque Rápido proporcionan una corriente de arranque para calentar los electrodos de la lámpara antes de que ésta se encienda. Los balastros Arranque Instantáneo Slimline, encienden la lámpara al proporcionar una alta tensión inicial entre los electrodos de la lámpara. Para crear una alta tensión de arranque, se requiere un autotransformador más grande. Ya que los sistemas fluorescentes se utilizan para interiores, los balastros fluorescentes cuentan con un dispositivo protector térmico (Interruptor Clase P) para prevenir un incendio en caso de que el balastro se sobre-caliente.



## Corriente Máxima de Lámparas Fluorescentes Compactas

con Balastros Electromagnéticos

Tipo de Lámpara	Tensión Primaria	Corriente Máxima
(1) CFT9W	120	0.14
	127	0.17
(1) CFT13W	120	0.29
	277	0.34
(1) CFQ13W (Cuadruple)	120	0.29
	277	0.34
(1) CFQ18W (Cuadruple)	120	0.36
	277	0.17
(1) CFQ26W (Cuadruple)	120	0.29
	277	0.31

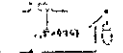
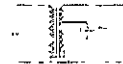
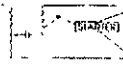
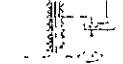

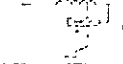
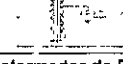
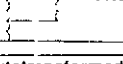
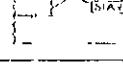

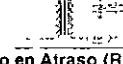

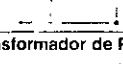
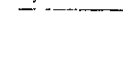
## Información del Balastro Magnético

Tipo de Lámpara	Factor de Potencia	Arranque Mínimo	Tensión Primaria <sup>2</sup>	Corriente de Operación	Potencia de Entrada
<b>Precalentado</b>					
(1) F15WT8, T12	AFP	10°C/50°F	120	0.27	32
		-18°C/0°F	277	0.12	
(2) F15WT8, T12	AFP	-18°C/0°F	120	0.47	53
			277	0.20	
<b>Slimline y Arranque Instantáneo</b>					
(1) F48T12	AFP	-18°C/0°F	120	0.55	61
			277	0.24	
(2) F48T12	AFP	10°C/50°F	120	0.85	102
			277	0.37	
(1) F72, F96T12	AFP	-18°C/0°F	120	0.85	100
			277	0.35	
(2) F96T12	AFP	10°C/50°F	120	1.35	158
			277	0.60	
<b>Arranque Rápido</b>					
(1) F25T8	AFP	10°C/50°F	120	0.30	33
			277	0.12	
(2) F25T8	AFP	10°C/50°F	120	0.55	65
			277	0.24	
(1) F30T12	AFP	10°C/50°F	120	0.40	46
			277	0.18	
(2) F30T12	AFP	10°C/50°F	120	0.68	81
			277	0.30	
(1) F32T8	AFP	10°C/50°F	120	0.32	37
			277	0.14	
(2) F40T8	AFP	10°C/50°F	120	0.61	71
			277	0.26	
(1) F40T12 (34 watt)	AFP	16°C/60°F	120	0.38	43
			277	0.16	
(2) F40T12 (34 watt)	AFP	16°C/60°F	120	0.63	72
			277	0.27	
(1) F40T10, T12	AFP	10°C/50°F	120	0.43	50
			277	0.19	
(2) F40T10, T12	AFP	10°C/50°F	120	0.73	86
			277	0.32	
<b>800mA—HO</b>					
(1) F48T12HO	AFP	10°C/50°F	120	0.75	85
			277	0.32	
(2) F48T12HO	AFP	10°C/50°F	120	1.30	145
			277	0.56	
(1) F72 o F96T12HO	AFP	-28°C/-20°F	120	1.15	135
			277	0.50	
(2) F96T12HO	AFP	-28°C/-20°F	120	2.05	237
			277	0.88	
<b>1500mA—VHO/Ranura de poder</b>					
(1) F96PG/VHO/SHO	AFP	-28°C/-20°F	120	3.30	375
			277	1.35	
<b>Fluorescente Doble T5</b>					
(1) FT24W, 27W	AFP	10°C/50°F	120	0.28	32
			277	0.12	
(2) FT24W, 27W	AFP	10°C/50°F	120	0.58	66
			277	0.25	
(1) FT36W, 39W	AFP	10°C/50°F	120	0.44	51
			277	0.19	
(2) FT36W, 39W	AFP	10°C/50°F	120	0.76	88
			277	0.34	
(1) FT40W	AFP	10°C/50°F	120	0.40	45
			277	0.18	
(2) FT40W	AFP	10°C/50°F	120	0.69	82
			277	0.32	

### NOTAS.

<sup>1</sup> Toda la información se basa en balastros magnéticos. Para información relacionada con la operación de balastros electrónicos, consulte a su representante de ventas de Lithonia Lighting.

Circuitos de Balastros HID

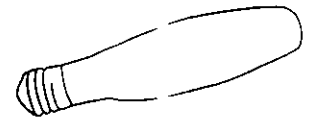
Tipo de Balastro	Tension de Entrada Disponible	Maxima Corriente de Entrada	Factor de Potencia	Regulacion (± Tension de entrada = ± Potencia de lámpara)	Entrada de Pérdida de Watts	Factor de Cresta
<b>SODIO DE ALTA PRESIÓN</b>						
<b>Reactor</b> 	50W, 70W, 100W, y 150W. 120V únicamente	Superior a la de Operación	50% FPN Standard 90% + AFP Opcional	± 5% = ± 12%	BAJA	1.4 a 1.5
<b>Autotransformador de Alta Reactancia</b> 	50W, 120 ó 277V 70W, 100W, y 150W, 120, 277, ó 347V	Superior a la de Operación	90% + AFP	± 5% = ± 12%	MEDIA	1.5
<b>Autotransformador de Potencia Constante (CWA)</b> 	70W, 100W y 150W, 120 ó 277V 200W, 250W, 310W, 400W 600W, 750W, y 1000W, 120, 277, ó 347V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 10%	MEDIA - ALTA	1.7 a 1.8
<b>Potencia Constante Aislada (CWI)</b> 	70W, 100W, 150W, 250W, y 400W, 120, 208, ó 240V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 10%	MEDIA - ALTA	1.7 a 1.8
<b>Regulador Magnético (MRB)</b> 	70W, 120 ó 240V 100W, 150W, 250W, y 400W, 120, 240, 277 ó 480V 200W y 310W, 120, 240, ó 480V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 3%	ALTA	1.7 a 1.8
<b>ADITIVOS METÁLICOS</b>						
<b>Reactor Lineal (Pulse Start)</b> 	50W, 70W, 100W, 150W, 200W, 320W, 350W, 400W, y 450W, 277V únicamente	Superior a la de Operación	90% + AFP	± 5% = ± 12%	BAJA	1.4 a 1.5
<b>Autotransformador de Alta Reactancia (Pulse Start)</b> 	50W, 120 ó 277V 70W, 100W, y 150W, 120, 277, ó 347V	Superior a la de Operación	90% + AFP	± 5% = ± 12%	MEDIA	1.5
<b>Autotransformador de Potencia Constante (CWA)</b> 	175W, 250W, 400W, y 1000W, 120, 277, ó 347V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 10%	MEDIA - ALTA	1.7 a 1.8
<b>Super Autotransformador de Potencia Constante (SCWA) (Pulse Start)</b> 	100W, 120 ó 277V 150W, 120, 277 ó 347V 175W, 120, ó 347V 200W, 250W, 320W, 350W, 400W y 450W, 120, 277, ó 347V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 10%	MEDIA - ALTA	1.6
<b>Potencia Constante Aislada (CWI)</b> 	250W; 120, 208, ó 240V 400W, 120, 208, 240, 277 ó 347V 1000W, 208 ó 240V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 10%	MEDIA - ALTA	1.7 a 1.8
<b>Super Autotransformador de Potencia Constante (SCWI) (Pulse Start)</b> 	400W, 120, 208, ó 240V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 10%	MEDIA - ALTA	1.6
<b>Regulado en Atraso (RLB) (Pulse Start)</b> 	175W; 120, 277, 347, ó 480V 200W y 450W, 277V únicamente 250W y 400W; 120, 240, 277V, 347V, ó 480V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 3%	ALTA	1.6
<b>VAPOR DE MERCURIO</b>						
<b>Autotransformador de Alta Reactancia</b> 	50W, 75W, 100W, 175W, 250W, 120V únicamente	Superior a la de Operación	50% FPN Estandar	± 5% = ± 12%	MEDIA	1.5
<b>Autotransformador de Potencia Constante (CWA)</b> 	50W, 75W y 1000W, 120, ó 277V 100W, 175W, 250W, y 400W, 120, 277, ó 347V	De Operación	90% + AFP	± 10% = ± 5%	MEDIA - ALTA	1.7 a 1.8

## Sodio de Alta Presión

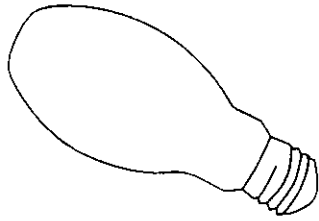
Los balastos de Sodio de Alta Presión requieren un circuito magnético para producir la tensión de circuito abierto, controlar la corriente de operación de la lámpara y un circuito electrónico especial de arranque

El circuito electrónico aplica un pulso de alta tensión a través de la lámpara para iniciar el arco. El pulso continúa el encendido en cada mitad de ciclo hasta que el arco se estabiliza, tiempo en el que se apaga

## Información de Balastos H.I.D.



Potencia	Código ANSI	Tipo de Balastro	Factor de Potencia	Diagrama de Conexión	Regulación Tensión Lámpara / Potencia Lámpara	Temperatura Mínima de Encendido	Tensión Primaria	Tensión de Extinción	Corriente Inicial	Corriente Operación	Corriente de Circuito Abierto	Potencia de Entrada	
35	S76	R	FPN	H1	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	1.35	0.84	NIL	46	
	S76	R	AFP	H2	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	0.78	0.38	0.68	46	
	S68	R	FPN	H1	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	1.80	1.18	NIL	62	
50	S68	R	AFP	H2	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	0.95	0.55	1.00	62	
	S68	HX	AFP	H5	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120/277	95/225	0.55/0.30	0.61/0.26	1.24/0.44	66	
	S62	R	FPN	H1	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	2.10	1.60	NIL	83	
70	S62	R	AFP	H2	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	0.90	0.75	1.30	83	
	S62	HX	AFP	H5	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120/277	95/225	0.30/0.35	0.82/0.36	1.40/0.70	94	
	S67	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	208	155	0.50	0.48	0.90	94	
	S62	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	240	180	0.44	0.41	0.80	94	
	S62	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	347	275	0.25	0.29	0.60	94	
	S62	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	480	385	0.21	0.20	0.40	94	
	S62	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/277	90/208	0.90/0.40	0.90/0.40	0.20/0.09	95	
	S67	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/240	90/180	0.50/0.25	0.65/0.43	0.50/0.25	95	
	S62	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	0.30	0.50	0.30	95	
	S62	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	85/165	0.45/0.20	0.90/0.50	0.60/0.30	103	
	100	S54	R	FPN	H1	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	3.10	2.10	NIL	117
		S54	R	AFP	H2	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	1.50	1.05	1.80	117
		S54	HX	AFP	H5	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120/277	96/222	1.30/0.75	1.14/0.49	2.20/0.95	130
		S54	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	208	166	0.65	0.66	1.30	130
		S54	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	240	192	0.65	0.57	1.10	130
S54		HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	347	275	0.45	0.39	0.70	130	
S54		HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	480	385	0.35	0.28	0.60	130	
S54		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/277	90/208	0.80/0.35	1.20/0.50	0.65/0.25	138	
S54		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	360	0.20	0.30	0.15	138	
S54		CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/240	90/180	0.70/0.35	1.22/0.61	0.70/0.35	130	
S54		CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	0.40	0.70	0.40	130	
S54		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	75/150	1.00/0.50	1.20/0.60	0.44/0.22	138	
S54		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	277	185	0.21	0.60	0.45	136	
S54		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	480	330	0.12	0.30	0.25	138	
150		S55	R	FPN	H1	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	4.50	3.20	NIL	171
	S55	R	AFP	H2	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120	95	2.25	1.50	2.40	171	
	S55	HX	AFP	H5	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	120/277	96/222	2.00/0.88	1.66/0.72	3.00/1.30	189	
	S55	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	208	166	0.96	0.96	1.65	189	
	S55	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	240	192	1.00	0.83	1.45	189	
	S55	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	347	280	0.53	0.57	1.00	189	
	S55	HX	AFP	H4	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	480	385	0.50	0.44	0.72	189	
	S55	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/277	90/208	0.95/0.42	1.70/0.70	0.96/0.42	190	
	S55	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	360	0.24	0.50	0.24	190	
	S55	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/240	90/180	0.90/0.45	1.76/0.86	1.00/0.50	190	
	S55	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	0.50	1.01	0.60	190	
	S55	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	75/150	1.40/0.70	1.70/0.90	1.60/0.80	196	
	S55	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	277	160	0.60	0.75	0.70	196	
	S55	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	480	300	0.35	0.40	0.40	196	
	200	S66	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	80	1.50	2.20	1.25	245
S66		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	130	0.92	1.25	0.75	245	
S66		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	160	0.75	1.10	0.75	245	
S66		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	180	0.66	0.95	0.60	245	
S66		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	230	0.55	0.75	0.38	245	
S66		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	300	0.41	0.56	0.35	245	
S66		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	55/110	0.80/0.40	2.20/1.10	1.50/0.75	255	
S66		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	480	220	0.20	0.55	0.38	255	
250		S50	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	90	1.75	2.50	1.70	300
		S50	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	1.00	1.50	1.00	300
		S50	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	180	0.85	1.30	0.80	300
		S50	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	208	0.75	1.10	0.75	300
		S50	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	260	0.75	0.90	0.70	300
		S50	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	360	0.44	0.65	0.46	310
		S50	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/240	90/180	1.20/0.60	2.75/1.38	1.50/0.75	300
	S50	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	0.70	1.60	0.67	300	
	S50	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	55/110	1.00/0.50	2.70/1.45	1.80/0.90	310	
	S50	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	277	120	0.45	1.20	0.75	310	
	S50	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	480	240	0.25	0.70	0.45	310	
	310	S67	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	90	1.70	3.40	1.80	365
		S67	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	0.89	1.95	1.00	365
		S67	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	180	0.85	1.70	0.90	365
		S67	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	208	0.75	1.45	0.80	365
S67		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	360	0.41	0.90	0.45	365	
S67		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	40/80	1.30/0.75	3.30/1.70	1.20/0.60	380	
S67		MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	480	175	0.37	0.90	0.30	380	
400		S51	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	90	3.30	3.90	2.80	465
	S51	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	1.80	2.25	1.20	465	
	S51	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	180	1.60	1.95	0.95	465	
	S51	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	208	1.40	1.70	0.85	465	
	S51	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	260	1.10	1.36	0.70	465	
	S51	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	360	0.75	1.00	0.60	467	
	S51	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120/240	90/180	2.00/1.00	4.20/2.10	2.60/1.00	465	
	S51	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	1.15	2.40	1.15	465	
	S51	CWI	AFP	H6	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	180	0.88	0.93	0.46	446	
	S51	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120/240	45/90	2.00/1.00	4.20/2.10	2.20/1.10	490	
	S51	MRB	AFP	H9	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	277	105	0.85	1.80	0.95	490	
600	S106	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	65	5.20	5.50	3.00	670	
	S106	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	110	3.00	3.30	1.75	670	
	S106	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	130	2.60	2.90	2.60	670	
	S106	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	140	2.15	2.50	1.40	665	
	S106	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	160	1.70	2.00	1.10	665	
	S106	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	250	1.20	1.43	0.75	665	
	750	S111	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	90	6.70	7.12	3.00	840
S111		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	3.85	4.10	1.75	840	
S111		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	180	3.35	3.56	1.60	840	
S111		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	208	3.00	3.10	1.50	840	
S111		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	260	2.30	2.50	1.20	840	
S111		CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	360	1.65	1.80	0.90	840	
1000	S52	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	90	6.40	9.20	3.70	1100	
	S52	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	208	156	3.80	5.50	2.7	1100	
	S52	CWA	AFP	H3	+/-10% +/-10%	-4							



Las lámparas de aditivos metálicos están disponibles en dos versiones: lámparas con electrodo auxiliar que basan su funcionamiento en una corriente de lámpara con alto factor de cresta, una tensión de circuito abierto elevada y un electrodo de arranque para iniciar el arco, y lámparas PULSE START que no contienen electrodos de arranque y dependen de un ignitor en el balastro para iniciar el arco.

PRECAUCIONES EN EL USO DE LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS - Estas lámparas pueden causar serias quemaduras de piel e inflamación de ojos debido a la radiación ultravioleta, si la cubierta exterior de la lámpara se rompe o se perfora y el tubo de descarga continúa su operación. No se utilice donde la gente permanezca por algunos minutos a menos que estén protegidas o setomen otras precauciones de seguridad. Algunos tipos de lámparas que se apagan automáticamente cuando la cubierta exterior se rompe están disponibles en el mercado

Potencia	Código ANSI	Tipo de Balastro	Factor de Potencia	Diagrama de Conexión	Regulación Tensión Lineal-Potencia Lámpara	Temperatura Mínima de Encendido	Tensión Primaria	Tensión de Extinción	Corriente Inicial	Corriente Operación	Corriente de Circuito Abierto	Potencia de Entrada	
50	M110	R	FPN		+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	277	190	0.68	0.62	NIL	62	
	M110	R	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	277	190	0.35	0.22	0.55	62	
	M110	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120/277	90/208	0.60/0.25	0.66/0.28	1.00/0.45	72	
	M110	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	208	150	0.51	0.35	0.67	57	
	M110	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	240	175	0.47	0.30	0.57	57	
	M110	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	347	220	0.17	0.20	0.55	57	
70	M98	R	FPN		+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	277	190	1.15	0.90	NIL	85	
	M98	R	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	277	190	0.50	0.32	0.80	85	
	M98	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120/277	90/208	0.55/0.25	0.85/0.37	1.90/0.80	86	
	M98	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	208	156	0.30	0.49	1.00	88	
	M98	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	240	180	0.25	0.42	0.90	88	
	M98	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	347	260	0.20	0.30	0.65	88	
100	M90	R	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	277	190	0.70	0.45	1.05	118	
	M90	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120/277	90/208	1.15/0.50	1.15/0.50	2.60/1.15	130	
	M90	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	208	156	0.66	0.66	1.50	130	
	M90	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	240	180	0.58	0.58	1.30	130	
	M90	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	347	260	0.40	0.40	1.00	130	
	M90	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	480	340	0.30	0.30	0.55	132	
	M90	SCWA	AFP	M4	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	120/277	60/140	0.80/0.35	1.20/0.50	1.05/0.45	128	
	150	M102	LLRPSL	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	277	170	0.70	0.63	1.50	173
		M102	HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120/277	90/208	0.95/0.42	1.60/0.70	3.65/1.56	185
M102		HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	208	156	0.55	0.90	2.10	185	
M102		HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	240	180	0.50	0.80	1.80	185	
M102		HX	AFP	M1	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	347	260	0.65	0.55	1.25	185	
M102		SCWA	AFP	M4	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	120/277	90/210	1.15/0.50	1.75/0.80	1.40/0.60	189	
M102		SCWA	AFP	M4	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	347	260	0.40	0.70	0.50	189	
175		M57 or H39	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	170	60	1.30	1.60	1.80	213
	M57 or H39	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	208	105	0.74	1.10	1.10	213	
	M57 or H39	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	240	120	0.64	0.90	0.85	213	
	M57 or H39	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	277	140	0.53	0.80	0.80	213	
	M57 or H39	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	347	180	0.36	0.62	0.62	213	
	M57 or H39	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	480	220	0.27	0.45	0.51	213	
	M137	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	170	60	1.10	1.80	1.70	208	
	M137	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	208	105	0.58	1.10	1.10	208	
	M137	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	240	120	0.51	0.90	0.85	208	
	M137	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	277	140	0.45	0.80	0.80	208	
	M137	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	347	185	0.40	0.70	0.60	220	
	M137	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	480	220	0.25	0.50	0.45	210	
	M137	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	170	84	1.0	2.00	1.25	220	
	M137	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	277	165	0.43	0.87	0.54	220	
	M137	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	347	243	0.35	0.70	0.43	220	
	M137	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	480	336	0.25	0.50	0.31	220	
	200	M136	LLRPSL	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-40C/-40F	277	180	1.00	0.80	1.30	218
		M136	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	170	80	1.15	2.20	1.80	232
		M136	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	208	140	0.65	1.25	1.25	232
		M136	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	240	160	0.55	1.10	1.10	232
M136		SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	277	180	0.49	0.95	0.90	232	
M136		SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	347	215	0.35	0.77	0.75	232	
M136		SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	480	240	0.19	0.50	0.43	232	
M136		RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	277	138	0.60	0.90	0.50	244	
250		M56 or H37	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	170	65	1.25	2.60	2.04	294
		M56 or H37	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	208	105	0.72	1.50	1.48	294
	M56 or H37	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	240	125	0.65	1.30	1.22	294	
	M56 or H37	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	277	150	0.44	1.12	1.12	294	
	M56 or H37	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	347	190	0.35	0.85	1.05	294	
	M56 or H37	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	480	260	0.25	0.65	0.65	294	
	M56 or H37	CWI	AFP	M3	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	120/240	60/120	0.90/0.45	2.66/1.33	2.00/1.00	295	
	M56 or H37	CWI	AFP	M3	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	208	105	0.50	1.54	1.20	295	
	M138	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	170	80	1.66	2.50	1.85	288	
	M138	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	208	115	1.13	1.45	1.07	288	
	M138	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	240	133	0.98	1.25	0.92	288	
	M138	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	277	153	0.85	1.10	0.80	288	
	M138	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	347	180	0.45	0.95	0.75	298	
	M138	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	480	220	0.21	0.57	0.48	298	
	M138	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	170	85	1.00	2.80	2.31	298	
	M138	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	240	165	0.50	1.38	1.15	298	
	M138	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	277	195	0.43	1.20	1.00	298	
	M138	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	347	243	0.35	0.95	0.80	298	
M138	RLB	AFP	M6	+/-10% = +/-3%	-40C/-40F	480	336	0.25	0.70	0.56	298		
320	M132	LLRPSL	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-40C/-40F	277	180	1.45	1.30	1.90	342	
	M132	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	170	90	3.30	3.30	1.60	366	
	M132	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	208	155	1.90	1.90	1.00	368	
	M132	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	240	180	1.60	1.70	0.80	368	
	M132	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	277	208	1.40	1.40	0.70	368	
	M132	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	347	175	0.95	1.15	1.10	368	
350	M131	LLRPSL	AFP	M5	+/-5% = +/-12%	-40C/-40F	277	200	2.00	1.80	2.10	375	
	M131	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	170	60	3.60	3.70	1.80	400	
	M131	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	208	105	2.10	2.10	1.10	400	
	M131	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	240	120	1.80	1.80	0.90	400	
	M131	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	277	140	1.60	1.60	0.80	400	
	M131	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	347	175	1.00	1.25	1.05	400	
	M131	SCWA	AFP	M7	+/-10% = +/-10%	-40C/-40F	480	240	0.75	0.80	0.65	400	



Aditivos Metálicos (continua)

Potencia	Codigo ANSI	Tipo de Balastro	Factor de Potencia	Diagrama de Conexión	Regulación	Temperatura	Tensión Primaria	Tensión de Extinción	Corriente Inicial	Corriente de Operación	Corriente de Circuito abierto	Potencia de Entrada	
					Abierta	Mínima de Encendido							
					Tensión Línea = Potencia Línea								
400	M59 or H33	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	120	50	2.50	4.00	3.20	452	
	M59 or H33	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	206	105	1.40	2.30	1.80	458	
	M59 or H33	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	240	120	1.20	2.06	1.60	458	
	M59 or H33	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	277	140	1.00	1.75	1.50	458	
	M59 or H33	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	347	175	1.20	1.40	1.05	460	
	M59 or H33	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	480	240	0.60	1.00	0.90	465	
	M59 or H33	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	120	60	1.30	4.20	4.10	465	
	M59 or H33	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	206	104	0.75	2.45	2.40	465	
	M59 or H33	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	240	120	0.65	2.10	2.05	465	
	M59 or H33	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	277	138	0.60	1.70	1.80	462	
	M59 or H33	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	347	174	0.50	1.35	1.45	462	
	M59 or H33	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	480	200	0.60	1.00	0.90	458	
	M135	LLRPSL	AFP	M5	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	277	200	2.10	1.70	2.10	425	
	M135	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	90	3.30	4.00	2.30	456	
	M135	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	206	155	2.00	2.30	1.90	456	
	M135	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	180	1.75	2.10	1.60	456	
	M135	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	208	1.40	1.80	0.90	456	
	M135	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	175	1.20	1.40	0.95	456	
	M135	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	240	0.85	1.00	0.63	456	
	M135	SCWI	AFP	M4	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	60	1.30	4.20	3.80	455	
	M135	SCWI	AFP	M4	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	206	104	0.75	2.40	2.20	455	
	M135	SCWI	AFP	M4	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	120	0.65	2.10	1.90	455	
	M135	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	120	65	1.85	4.00	2.40	465	
	M135	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	206	113	1.10	2.30	1.40	465	
	M135	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	240	130	0.95	2.00	1.20	465	
	M135	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	277	150	0.70	1.70	1.25	465	
	M135	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	347	185	0.55	1.40	0.90	465	
	M135	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	480	250	0.40	1.00	0.70	465	
	450	M144	LLRPSL	AFP	M5	+/-5% +/-12%	-40C/-40F	277	200	2.25	1.90	2.35	480
		M144	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	75	2.70	4.44	2.68	508
		M144	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	206	130	1.56	2.56	1.67	508
		M144	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	150	1.35	2.22	1.44	508
		M144	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	170	1.17	1.92	1.25	508
		M144	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	145	1.60	3.00	0.30	505
		M144	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	270	1.00	1.10	0.25	514
		M144	RLB	AFP	M6	+/-10% +/-3%	-40C/-40F	277	110	0.70	2.00	1.25	530
750		MXXX	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	120	80	5.80	7.00	6.00	825
		MXXX	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	206	150	3.30	4.00	3.50	825
	MXXX	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	240	160	2.90	3.50	3.10	825	
	MXXX	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	277	185	2.50	3.00	2.70	825	
	MXXX	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	347	230	2.00	2.45	2.20	825	
	MXXX	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-40C/-40F	480	320	1.50	2.00	1.50	825	
1000	M47 or H36	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	120	85	5.70	9.20	5.00	1080	
	M47 or H36	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	206	145	3.40	5.30	3.50	1080	
	M47 or H36	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	240	170	2.90	4.60	3.00	1080	
	M47 or H36	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	277	195	2.50	4.00	2.60	1080	
	M47 or H36	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	347	245	1.30	3.20	2.50	1080	
	M47 or H36	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	480	335	1.50	2.30	1.60	1080	
	M47 or H36	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	206	125	1.65	5.30	3.25	1080	
	M47 or H36	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	240	145	1.30	4.80	3.20	1080	
	M47 or H36	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	277	160	1.10	4.20	2.80	1080	
	M47 or H36	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	347	194	0.90	3.70	2.30	1080	
	M47 or H36	CWI	AFP	M3	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	480	230	0.70	3.20	2.20	1080	
	M141	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	120	84	7.80	9.20	4.50	1080	
	M141	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	206	146	4.00	5.30	2.70	1080	
	M141	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	240	168	3.70	4.80	2.30	1080	
	M141	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	277	194	3.20	4.00	2.20	1080	
	M141	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	347	230	2.25	3.20	1.75	1075	
	M141	SCWA	AFP	M7	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	480	320	1.65	2.35	1.30	1080	
	1500	M48	CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	120	80	9.00	14.00	6.60	1610
M48		CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	206	140	5.20	8.00	3.85	1610	
M48		CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	240	160	4.50	7.00	3.45	1610	
M48		CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	277	185	3.85	6.00	3.05	1610	
M48		CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	347	230	4.60	4.80	1.70	1610	
M48		CWA	AFP	M2	+/-10% +/-10%	-30C/-20F	480	320	2.25	3.50	1.65	1610	

Información Importante para Lámparas de Aditivos Metálicos

Algunas lámparas de aditivos metálicos requieren el uso de un luminario cerrado apropiado y se debe operar de acuerdo con las guías específicas que establece el fabricante de las lámparas.

NFPA 70B, "Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance" (Práctica Recomendada para Mantenimiento de Equipo Eléctrico), Sección 15-52 establece, "Las Lámparas de aditivos metálicos se construyen de un bulbo exterior con un tubo de descarga interno hecho de cuarzo. El tubo de descarga opera bajo alta presión a temperaturas muy altas, aproximadamente 1,100 grados centígrados. El tubo de descarga y el bulbo exterior se pueden romper de manera inesperada si la lámpara no se esta utilizando de manera correcta. En sistemas de operación continua (24 horas al día, 7 días de la semana), las lámparas se deben apagar una vez a la semana al menos por 15 minutos.

Si no se lleva a cabo esta acción, incrementa el riesgo de ruptura."

Estándares de Referencia - "American National Standard for Electric Lamps - High Intensity Discharge Lamps, Methods of Designation" (Estándares de Estados Unidos para Lámparas Eléctricas- Lámparas de Alta Intensidad de Descarga, Métodos de Designación) ANSI C78.380, Anexo B, define el tipo de lámparas E, S y O.

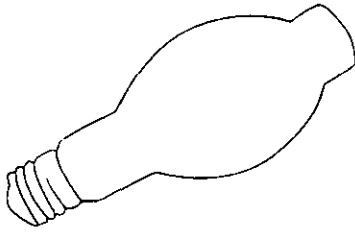
Las lámparas clasificadas como Tipo E sólo son apropiadas en luminarios cerrados.

Las lámparas clasificadas como Tipo S se pueden usar en luminarios abiertos en algunas aplicaciones, cuando operan en posiciones verticales específicas

Esta categoría de lámpara está limitada sólo a ciertas lámparas en el rango de 350 a 1000 watts

Las lámparas clasificadas como Tipo O, con tubos de descarga de cuarzo cumplen con "Estándares de Estados Unidos para Lámparas Eléctricas- Lámparas de Aditivos Metálicos, Métodos de Mediciones Características", estándar ANSI C78.387, para pruebas de contención y se puede usar en luminarios abiertos. Para determinar la selección apropiada de lámparas de Aditivos Metálicos, pedir a todos los fabricantes de lámparas los Requerimientos Prevención relacionados con el uso de lámparas y aplicaciones específicas

## Vapor de Mercurio

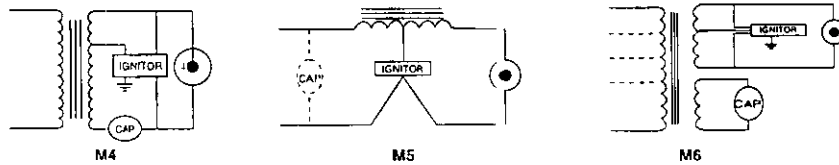
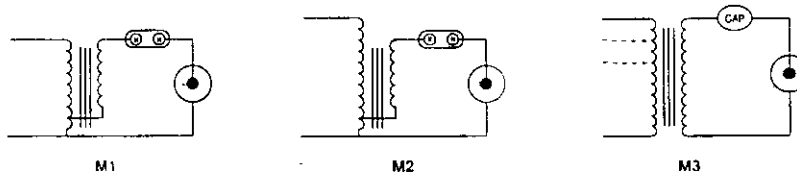


Las lámparas de Vapor de Mercurio desde 175 watts hasta 1000 watts operaran de manera satisfactoria balastos de aditivos metálicos de arranque con electrodo auxiliar de potencia equivalente. Para características electricas de estas potencias, consulte la Información de Balastos de Aditivos Metálicos

**PRECAUCIONES EN EL USO DE LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO** - Estas lámparas pueden causar serias quemaduras en la piel e inflamacion de ojos debido a la radiación ultravioleta, si la cubierta exterior de la lámpara se rompe o se perfora, y el tubo de descarga continua su operacion. No se utilice donde la gente permanece por algunos minutos, a menos que esten protegidas o se tomen otras precauciones de seguridad. Algunos tipos de lámparas que se apagan automáticamente cuando la cubierta exterior se rompe estan disponibles en el mercado.

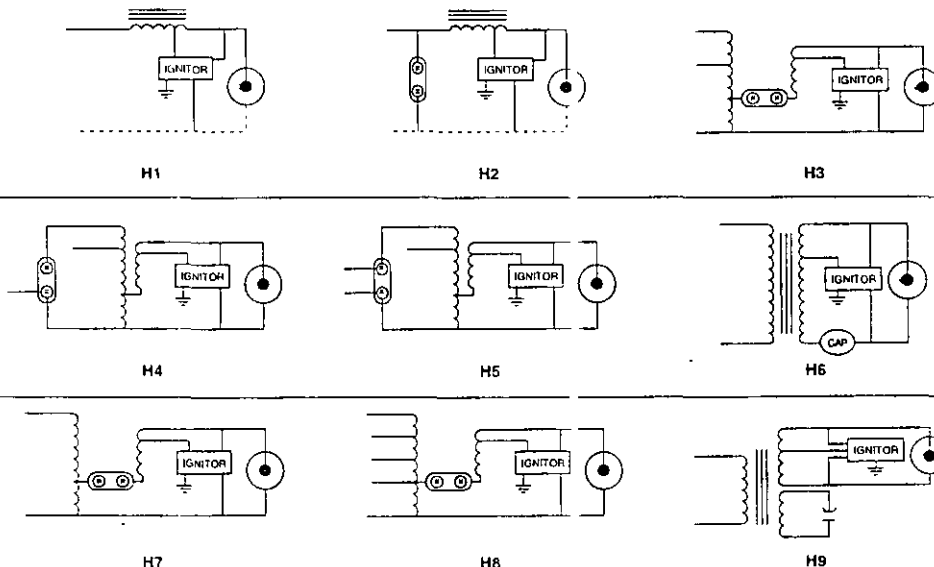
Potencia	Codigo ANSI Abierto	Tipo de Balasto	Factor de Potencia	Diagrama de Conexión	Regulacion	Temperatura	Tension Primaria	Tension de Extension	Corriente Inicial	Corriente de Operacion	Corriente de Circuito	Potencia de Entrada
					Tension Linea - Potencia Lámpara	Minima de Encendido						
50	H46	HX	FPN	M1 sin CAP	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120	80	2.10	1.50	0.25	74
	H46	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	120/277	50/138	0.60/0.25	0.70/0.30	0.25/0.11	74
75	H43	HX	FPN	M1 sin CAP	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120	102	2.50	1.60	0.30	96
	H43	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	120/277	64/145	0.80/0.35	0.90/0.40	0.50/0.22	93
100	H38 o H44	HX	FPN	M1 sin CAP	+/-5% = +/-12%	-30C/-20F	120	90	3.60	2.10	0.50	125
	H38 o H44	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	120	65	0.68	1.05	0.52	123
	H38 o H44	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	208	110	0.44	0.50	0.35	125
	H38 o H44	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	240	130	0.39	0.52	0.31	125
	H38 o H44	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	277	150	0.34	0.45	0.28	125
	H38 o H44	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	347	180	0.38	0.38	0.22	125
	H38 o H44	CWA	AFP	M2	+/-10% = +/-10%	-30C/-20F	480	230	0.26	0.26	0.16	120

## Diagramas de Circuito – Aditivos Metálicos /Vapor de Mercurio



Nota: Para el diagrama M7 Super CWA Diagrama de Circuito Pulse Start, consulte el Diagrama de Circuito para H7 HPS.

## Diagramas de Circuito – Sodio de Alta Presión



La IEC, International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional), utiliza el término "Protección Internacional" o "IP" para definir la protección ambiental de un área. Este se describe en los Estándares IEC 529. El sistema clasificado como IP designa por medio de un número de dos dígitos, el grado de protección contra la entrada de polvo y humedad. El primer dígito se refiere al nivel de protección contra los objetos sólidos, mientras que el segundo dígito define el nivel de protección contra la humedad. Entre más alto sea el dígito, mayor es el nivel de protección.

Primer Dígito Grados de protección contra objetos sólidos	Segundo Dígito Grados de protección contra el agua
0- Sin protección	0 - Sin protección
1 Protegido contra un objeto sólido, mayor a 50 mm tal como una mano	1 Protegido contra el agua que escurre de manera vertical
2 Protegido contra un objeto sólido, mayor a 12 mm tal como un dedo	2 Protegido contra el agua que escurre de manera vertical hasta 15°
3 Protegido contra un objeto sólido, mayor a 2.5 mm tal como un cable o herramienta.	3 Protegido contra el agua rociada hasta un ángulo de 60°
4 Protegido contra un objeto sólido, mayor que 1.0 mm tal como el cable o una banda delgada	4 Protegido contra el agua que salpique de cualquier dirección
5 Protegido del polvo. Previene el ingreso de polvo suficiente para causar daño	5 Protegido contra chorro a presión de agua de cualquier dirección
6 Hermético al Polvo. No permite el ingreso de polvo ni agua a presión	6 Protegido contra ambientes marítimos, particularmente dañinos
	7 Protegido contra el ingreso dañino de agua cuando se sumerge a una profundidad de 150mm y 1 metro
	8 Protegido contra la inmersión. Adecuado para inmersiones continuas en agua

### Protección contra humedad

UL define varios niveles de protección en contra del daño por humedad a un luminario. Estas definiciones describen el espacio en el cual se pretende operar el luminario sin dañar los componentes mecánicos o eléctricos. Estas definiciones cubren sólo protección contra agua, no contra daños por condiciones ácidas o alcalinas

**Lugares Secos** - Lugar que normalmente no está sujeto a la humedad, pero en donde puede presentarse humedad temporal, como en el caso de un edificio en construcción, siempre y cuando tenga ventilación adecuada para prevenir la acumulación de humedad.

**Lugares semihúmedos** - Un lugar exterior o interior que está normal o periódicamente sujeto a la condensación de humedad dentro, sobre o adyacente al equipo eléctrico, e incluye lugares protegidos parcialmente.

**Lugares húmedos** - Un lugar en donde el agua pueda escurrir, salpicar o bañar y dañar el equipo eléctrico. Se construye un luminario para lugares húmedos para que el agua no entre y se acumule en el conducto de cables, agarradera de la lámpara o partes eléctricas. Lugares húmedos no significa lavado a presión. La clasificación para lavado a baja presión (100 psi) o alta presión (200 psi) es una opción adicional.

## Ambientes Especiales - Áreas Peligrosas

Las áreas peligrosas son lugares donde las atmósferas pueden estar expuestas a la liberación de polvos inflamables, vapores o gases en concentraciones explosivas.

El National Electrical Code, NEC (Código Eléctrico Estadounidense), requiere que esas áreas se clasifiquen y se establezcan reglas para los tipos de luminarios que se puedan instalar en ellas. Los luminarios están clasificados en el Artículo 500 del NEC, para lugares Clase I, Clase II, Clase III. Todos los equipos eléctricos deben

estar probados y listados (o aprobados) por clases, divisiones y grupos para uso en cada área respectiva.

Los materiales peligrosos se definen en cada una de estas Clasificaciones que son: Clase I, gases o vapores inflamables; Clase II, polvo combustible y Clase III, fibras o partículas suspendidas combustibles. Cada clase está subdividida en dos, dependiendo de la probabilidad que el peligro se presente. La División I aplica para las áreas donde las condiciones de

peligro existen de manera normal, mientras la División 2 aplica para las áreas donde existe la probabilidad de que exista una condición peligrosa

Cada Clasificación está también subdividida por Grupos que representan los tipos de gas, o polvo que se puede presentar. Los gases pueden estar en Grupos A, B, C ó D. El polvo puede estar en Grupos E, F ó G. No existe una subdivisión de grupo para fibras o partículas suspendidas

Clases	Division	Grupo
I Gas	1 Áreas donde los gases o vapores se presentan de manera normal 2. Área donde los gases o vapores son manejados o almacenados pero generalmente confinados	A. Acetileno B. Hidrógeno C. Etil, Eter, etc D. Gasolina, Gas Natural, etc.
II Polvo	1 Área donde el polvo combustible esta siempre presente 2 Área donde el polvo combustible puede estar presente	E Polvo Metálico F Carbón Negro, Polvo de Carbon, etc G Floruro o Grano
III Fibras	1 Áreas de producción 2 Áreas de almcen o manejo	Atmósferas que contengan Madera, Textiles o Fibras Sintéticas

### Restricciones Ambientales

El equipo de iluminación se debe escoger de los listados por la Clase, Grupo, y División de material peligroso que se presenta en las áreas donde éstas se usarán. La aplicación inadecuada de un luminario puede resultar en un incendio, explosión que puede causar serios daños o incluso la muerte de los ocupantes. La clasificación de éstas áreas dentro de una planta debe ser previa a la selección de la fuente de iluminación y el tipo de luminario.

La higiene es un factor crítico en la industria procesadora de alimentos. Debido a esto, se debe incorporar un programa de sanidad de limpieza profunda al proceso de producción de alimentos. El lavado con agua caliente a presión y/o químicos para el saneamiento pueden aproximarse a 1000-psi de presión. Los luminarios se deben diseñar y fabricar para evitar escurrimientos, corrosión y el alojamiento de bacterias o causar incendios o problemas eléctricos. Las lámparas se deben proteger para que si se llegasen a romper, el vidrio o cualquier otro material no contamine el área de producción de alimentos.

La Fundación Estadounidense de Higiene (National Sanitation Foundation), NSF- por sus siglas en inglés, es una fundación no lucrativa, independiente, certificador de

productos y sistemas de conformidad con las regulaciones oficiales, especificaciones y estándares de la industria y protocolos específicos de prueba de producto. La NSF requiere que todos los materiales, los que pudieran tener contacto con los alimentos, cumplan los estrictos requerimientos de la FDA (Food, Drug and Cosmetic Act) (Ley para Alimentos, Fármacos y Cosméticos). Para determinar si son adecuados para utilizarse en el proceso de alimentos, el equipo y el fabricante deben pasar una serie de pruebas estrictas. La NSF realiza todas las pruebas en sus propios laboratorios.

El equipo de iluminación se incluye en el procedimiento NSF C-2 Listing Procedures - Special Equipment and / or Devices (Equipo y dispositivos especiales).

El procedimiento C2 tiene protocolos que analizan el diseño físico, las propiedades específicas de cada sustancia usada en la fabricación del luminario, y la fabricación del mismo. Además, la NSF investiga la confiabilidad del fabricante, el proceso de manufactura y el producto certificado.

Existen tres tipos de certificaciones para equipo utilizado en las procesadoras de alimentos. Zona sin Alimentos, Zona de Salpicaduras, y Zona de Alimentos. Sólo las primeras dos se pueden aplicar a luminarios. Estas zonas se definen en la siguiente tabla NSF.

Certificación NSF	Descripción del lugar / Uso y Comentario	Aplicación típica
Zona sin Alimentos	Áreas donde no se espera el contacto directo con los alimentos durante la operación normal. El equipo se localiza fuera del área normal de lavado. Hay preocupación que el luminario añadirá contaminantes al espacio protegido (por ejemplo, que el producto sea capaz de soportar la limpieza, se fragmente o no la pintura, se deterioren o no los acabados, resistencia de las lentes al impacto, la ruptura de lámparas, etc.).	Cocinas; almacenes de alimentos. Áreas de proceso seco, áreas de proceso húmedo sin posibilidad de goteo.
Zona de Salpicaduras	Áreas donde se espera el contacto con productos alimenticios durante la operación normal, sin embargo, el luminario puede situarse de tal forma que los líquidos utilizados en el proceso o los procedimientos de limpieza, puedan salpicar, derramar, o ensuciar, intencional o accidentalmente la superficie del luminario. Creando la posibilidad de goteo o escurrimiento en otras superficies y aun en el proceso. Ya que con frecuencia los luminarios se instalan en zonas de lavado a presión, una clasificación para lugares húmedos, no es suficiente. Los luminarios deben probarse para soportar lavado a presión. También aplican los requerimientos de zona sin alimentos.	Áreas de proceso en lugares semihúmedos o húmedos, purgas o descontaminación a alta presión que se utilizan en el proceso, áreas de lavado a presión.
Zona de alimentos	Área donde el contacto directo con los alimentos es normal, existen superficies de donde los alimentos pueden escurrir, drenar, o salpicar y entrar en contacto nuevamente con superficies donde se procesan los alimentos. Otro tipo de equipos diferentes a los luminarios requieren esta certificación (por ejemplo, las tablas para picar, mesas de trabajo y otros equipos que tengan contacto directo).	Categoría No utilizada típicamente para iluminación.

## Ambientes Especiales - Cuartos Limpios

Un cuarto limpio es una habitación en la cual la concentración de partículas en el aire están controladas a límites específicos. Estas partículas se pueden presentar en forma de polvo, esporas, vapores, hojuelas, fragmentos de cabello etc. Si se presentan en un ambiente sensible, pueden destruir o alterar de manera severa los productos que se están manufacturando. Para mantener la contaminación en niveles mínimos, el cuarto limpio se debe diseñar y construir de acuerdo con los lineamientos más estrictos y los luminarios seleccionados necesitan para mantener la integridad del espacio.

Los cuartos limpios se clasifican de acuerdo con el número y tamaño de las partículas que se encuentran en espacio de volumen determinado. Los límites de partículas se establecen por los Estándares Federales 209E (Federal Standard 209E) y últimamente por los estándares de ISO 14644-1 y 14644-2.

Debido a que los estándares ISO tienen alcance internacional y se impactan de manera directa por el criterio de certificación de ISO 9000 e ISO 14000, se aceptan como sustitución de los Estándares Federales clases 209E. Ambos estándares se refieren al número máximo permitido de partículas por espacio determinado, pero ambas se diferencian en descubrir el tamaño de las partículas y el área de concentración. También existen diferencias entre cada sistema en los procedimientos de pruebas y las mediciones de dichos ambientes, para determinar conformidad desde el inicio y en operación.

Para lograr un nivel Clase 1 o Clase 10 (Estándares Federales 209E) o ISO clase 3 o clase 4, se incorpora al cuarto limpio el diseño de flujo laminar de aire. Este diseño desplaza todo el aire de forma vertical u horizontal a través del espacio. Con flujo de aire

vertical, el sistema del techo se compone completamente de filtros de aire de alta eficiencia (HEPA por sus siglas en inglés) o filtros de ultra-baja penetración de aire, los cuales limpian 99.995% y 99.999% de las partículas respectivamente. Todo el aire puro que entra se desplaza de manera vertical desde el techo hacia el suelo que está elevado y tiene ductos regresando a las paredes exteriores. Con el flujo laminar horizontal, se usa el mismo principio con patrones horizontales y paredes filtradas.

En tanto el proceso del cuarto limpio es menos crítico, se pueden presentar grandes cantidades de partículas en el aire sin causar problemas en el proceso de manufactura. De este modo, la clase del cuarto limpio puede ser más alta. Los Estándares Federales 209E determinarán la clase del cuarto limpio que se requiere para la actividad a desarrollar.

### Estándar Federal 209E

		Tamaño de partículas									
Cuarto limpio		.1 micrones		.2 micrones		.3 micrones		.5 micrones		5.0 micrones	
		Límites de partículas en el aire									
Inglés	SI	(pies)	(m)	(pies)	(m)	(pies)	(m)	(pies)	(m)	(pies)	(m)
1	M1.5	35	1,240	7.5	265	3	106	1	35	—	—
10	M2.5	350	12,400	75	2,650	30	1,060	10	353	—	—
100	M3.5	—	—	750	26,500	300	10,600	100	3,530	—	—
1,000	M4.5	—	—	—	—	—	—	1,000	35,300	7	247
10,000	M5.5	—	—	—	—	—	—	10,000	353,000	70	2,470
100,000	M6.5	—	—	—	—	—	—	100,000	3,530,000	700	24,700

### Cuadro de Clasificación ISO - Clases de limpieza de las partículas en el aire para los cuartos limpios y las zonas limpias seleccionadas ISO

Límites de máxima concentración (partículas / m <sup>3</sup> de aire)							
Para partículas igual o más grandes que el tamaño que se considera abajo							
Numero de Clasificación	0.1 micrones	0.2 micrones	0.3 micrones	0.5 micrones	1.0 micrones	5.0 micrones	
ISO 1	10	2	—	—	—	—	—
ISO 2	100	24	10	4	—	—	—
ISO 3	1,000	237	102	35	8	—	—
ISO 4	10,000	2,370	1,020	352	83	—	—
ISO 5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29	—
ISO 6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293	—
ISO 7	—	—	—	352,000	83,200	2,930	—
ISO 8	—	—	—	3,520,000	832,000	29,300	—
ISO 9	—	—	—	35,200,000	8,320,000	293,000	—