



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Del 02 al 27 de Agosto de 2005

APUNTES GENERALES

CI - 188

Instructor: Ing. Justo Gutiérrez Moyado
DELEGACIÓN TLÁHUAC
AGOSTO DE 2005

INDICE

INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS DEL ALUMBRADO PÚBLICO	3
MÓDULO II	5
EQUIPO, HERRAMIENTAS Y SUS FUNCIONES	5
2.1 CAMIÓN GRÚA	5
2.2 APARATOS DE MEDIDA	8
2.3 LA HERRAMIENTA Y SUS FUNCIONES.....	10
MÓDULO III	12
VARIEDAD EN EL ALUMBRADO PÚBLICO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE LOS VOLTAJES	12
3.1 FUENTES DE LUZ.....	13
3.2 RADIO E INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR VARIEDAD O TIPO DE LUMINARIAS	91
3.3 VOLTAJES EN EL ALUMBRADO PÚBLICO	106
3.4 COMPOSICIÓN Y ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO	107
MÓDULO IV	187
IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	187
BIBLIOGRAFÍA	194

INTRODUCCIÓN

EN LA CIUDAD DE MÉXICO, LA OTRORA MUY NOBLE, LEAL E IMPERIAL CIUDAD DE LOS PALACIOS, EL ALUMBRADO PÚBLICO CUMPLE FUNCIONES SOCIALES MUY IMPORTANTES COMO SON ENTRE OTRAS LA SEGURIDAD Y EL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD. EN EL CASO DE LA DELEGACIÓN TLAHUAC, QUE SE CARACTERIZA POR SER UNA DELEGACIÓN EN LA CUAL SE COMBINA UN DESARROLLO URBANO PROPIO DE LA GRAN METRÓPOLI, CON GRANDES AVANCES EN EL SECTOR INDUSTRIAL, COMERCIAL Y EL RESIDENCIAL, CON LA TRANQUILIDAD Y EL BUEN GUSTO DEL TOQUE PROVINCIANO, CON SU CULTURA, LUGARES DE RECREO Y DE GRAN TRADICIÓN, RODEADA DE ÁREAS VERDES DONDE SE DA ESPECIAL ÉNFASIS AL CUIDADO DE LA ECOLOGÍA Y DEL MEDIO AMBIENTE, EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO, REQUIERE DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS, DE LOS INDUSTRIALES DE LA ILUMINACIÓN Y DE UNA MANERA IMPORTANTE DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA UNIVERSIDAD DE LA VIDA POR QUIENES EN LA DELEGACIÓN HAN TRABAJADO DURANTE UN TIEMPO EN EL CAMPO DEL ARTE Y LA INGENIERÍA DE ILUMINACIÓN COMO ES EL ALUMBRADO PÚBLICO.

ESTE CURSO TEÓRICO PRACTICO, TIENE COMO OBJETIVO GENERAL, EL CAPACITAR A LOS ASISTENTES EN EL CONOCIMIENTO Y EL MANEJO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PROPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ALUMBRADO PÚBLICO, INCLUYENDO CUIDADOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD, ASÍ COMO CAPACITARLOS EN EL CONOCIMIENTO DE LA VARIEDAD DE SISTEMAS Y LUMINARIOS EN ALUMBRADO PÚBLICO Y LA SEGURIDAD EN EL MANEJO DE LOS VOLTAJES EN LAS LABORES DE RUTINA, Y FINALMENTE EN LA IMPORTANCIA Y TRASCENDENCIA DEL MANTENIMIENTO. PARA CUMPLIR EL OBJETIVO, SE DESARROLLARAN TRES MÓDULOS DURANTE EL CURSO.

COMO PRODUCTO FINAL DE ESTE CURSO, LOS PARTICIPANTES CONTARAN CON CONOCIMIENTOS PARA MEJORAR EL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO QUE CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE DAR CONTINUIDAD EN EL SERVICIO, ECONOMÍA, DE DISEÑOS CREATIVOS PARA EMBELLECEER LAS VIALIDADES, ÁREAS VERDES, LOS INMUEBLES DELEGACIONALES, Y REUBICARAN LA IMPORTANCIA DE SU TRABAJO COMO SERVIDORES PÚBLICOS, ELEVANDO SU AUTOESTIMA.

ING. JUSTO GUTIÉRREZ MOYADO

OBJETIVOS DEL ALUMBRADO PÚBLICO

1. Facilitar durante la noche la continuidad de trabajos cotidianos que se desarrollan en la vía pública, incrementando la productividad de la población.
2. Brindar mayor seguridad a las personas, ya que pueden ver y ser vistas por otros individuos y conductores de vehículos al atravesar -las calles.
3. Poder identificar nombres de arterias, números y obstáculos con banquetas y arroyos.
4. Ayudar a disminuir los accidentes de tránsito de vehículos y por tantos los daños personales y materiales ya que el alumbrado público permite a los conductores, identificar a personas, otros vehículos, etc.
5. Hacer más fáciles las labores de vigilancia ya que alumbrado público, permite ver y ser vistos por guardias lo que contribuye a disminuir los actos violentos y salvaguardar la integridad personal.
6. Ayudar a fines creativos, al emplearlo en parques y jardines.
7. Estimular el comercio, el turismo y las actividades recreativas.

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

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

**ING. JUSTO GUTIÉRREZ MOYADO.
COORDINADOR ACADÉMICO.
INGENIERÍA ELÉCTRICA INTEGRAL**

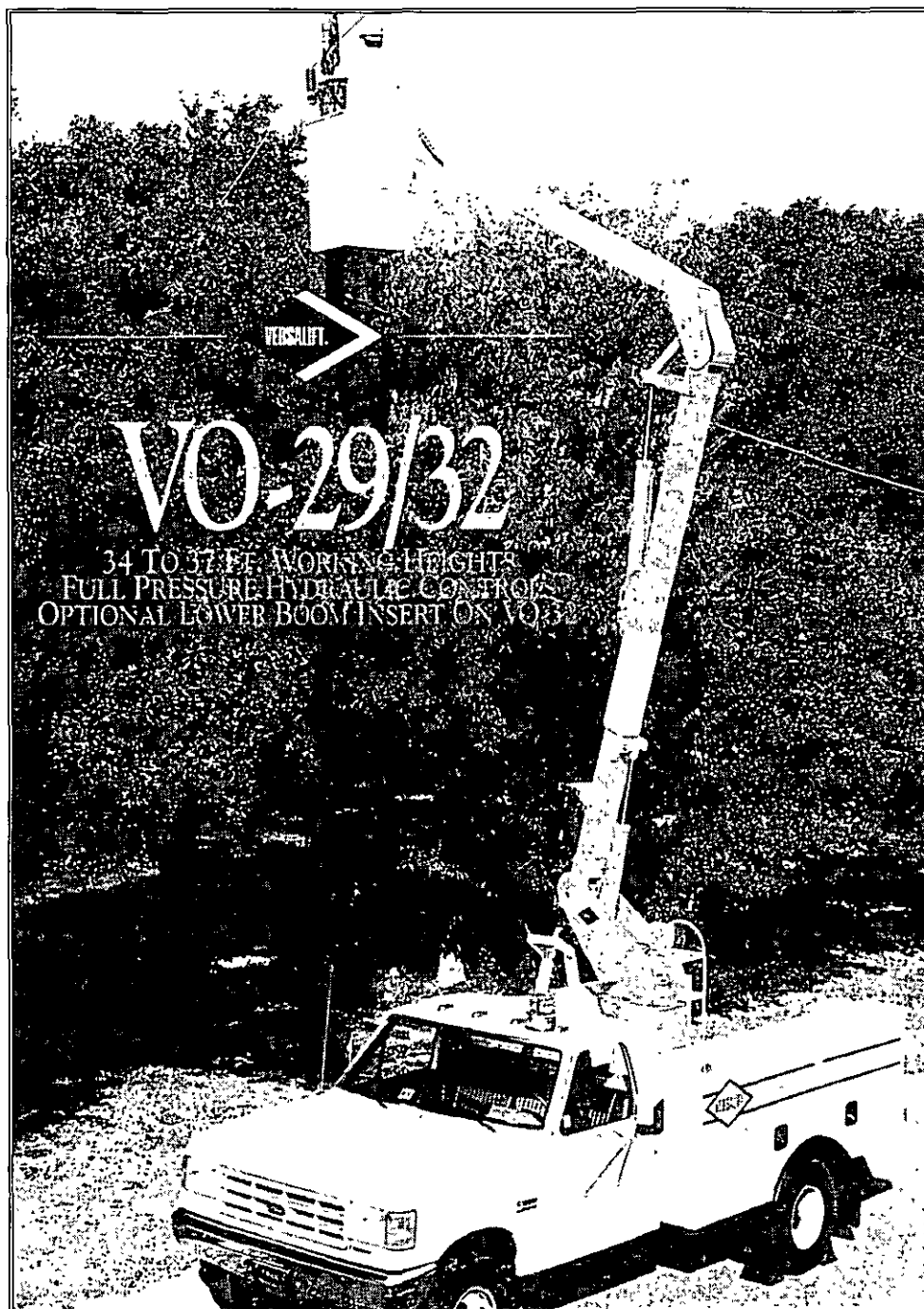
MÓDULO II
EQUIPO, HERRAMIENTAS Y SUS FUNCIONES

OBJETIVO:

“QUE LOS PARTICIPANTES RECONOZCAN EL EQUIPO DE TRABAJO IDÓNEO PARA EL DESEMPEÑO DE SUS FUNCIONES, ASÍ COMO SU CORRECTO MANEJO”

MÓDULO II**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y SUS FUNCIONES****2.1 CAMIÓN GRÚA**

Se estudiarán al menos 3 tipos de camiones y un montacargas, su operación mecánica, hidráulica y eléctrica.



**ESPECIFICACIONES GENERALES: Sobre 1 1/2 - Ton. Sobre 1 1/2 - Ton.**

	VO-29 Chasis		VO-32 Chasis	
	FT	M	FT	M
Altura a la canastilla*	28'-2"	8.6	31'-6"	9.6
Altura de trabajo*	33'-2"	10.1	36'-6"	11.1
Alcance - Horizontal al borde de canastilla	22'-4"	6.8	24'-10"	7.5
Altura de transporte	9'-4"	2.8	10'-2"	3.1

*Puede incrementarse en 15 cm (6") con un aumento de pedestal

	KG	LBS	KG	LBS
Capacidad de la canastilla	136	300	136	300
Peso del equipo y herrajes de instalación	825	1820	848	1870
Pruebas de estabilidad con carga, pluma en posición horizontal				
En terreno nivelado - 205 kg (450 lbs), en declive de 5° - 182 kg (400 lbs)				

CONTROLES

- Controles totalmente hidráulicos en la canastilla y pedestal
- Controles en el pedestal se superponen a los controles en la canastilla
- Botón de parada/arranque en la canastilla es estándar

 AISLAMIENTO

- El brazo superior es construido de fibra de vidrio reforzada, y rateda para trabajos en voltajes de 46 KV o menos. Mangueras no-conductivas y varillas de fibra de vidrio a través de la sección aislada del brazo superior proveen control y nivelación
- La canastilla es de fibra de vidrio con apertura de acceso
- El brazo superior es probado dielectricamente y certificado según normas ANSI A92.2-1990.

SISTEMA HIDRÁULICO

- Presión rateda del sistema - 176 kg/cm² (2500psi)
- Presión de operación - 141 kg/cm² (2000psi) sobre VO-29
158 kg/cm² (2250psi) sobre VO-32
- Volumen de Operación - 11.41 pm (3gpm)
- Fuentes de potencia hidráulica - Bomba accionada por PTO, por banda del ventilador, o generador de 4000W con su motor.

SISTEMAS DE SEGURIDAD

- Válvulas de seguridad integrales bloquean los cilindros en posición en caso de falla del sistema hidráulico
- Las mangueras y varillas de nivelación están localizadas dentro del brazo para mayor protección
- Cumple con todos los requerimientos de OSHA y ANSI A92.2.

SISTEMA MECÁNICO

- La nivelación de la canastilla es automática por medio de varillas de fibra de vidrio y un sistema paralelogramo de cable aerodinámico y cadena
- La rotación es hidráulica por intermedio de pinones y rodamiento tipo de bola
- Los brazos son de construcción tubular rectangular para mayor resistencia y rigidez.

 ACCIÓN DE LA PLUMA

- El brazo superior es totalmente articulado y tiene un viaje de 190° relativo al brazo inferior
- El brazo inferior tiene un viaje de -5° hasta +5° pasados la vertical para alcanzar horizontal óptimo
- La rotación es no-continua con bloqueo mecánico
- Rotación está disponible como opción.

ESPECIFICACIONES DEL VEHICULO: (MÍNIMAS) VO-29 VO-32

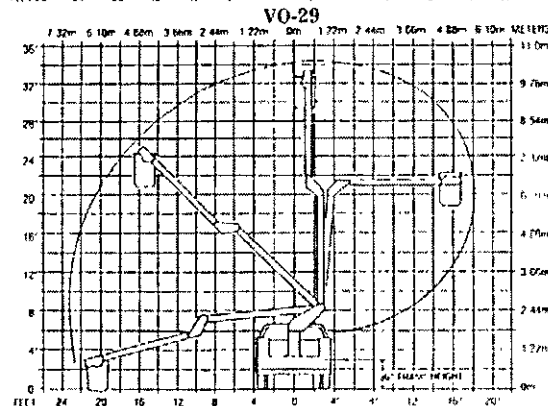
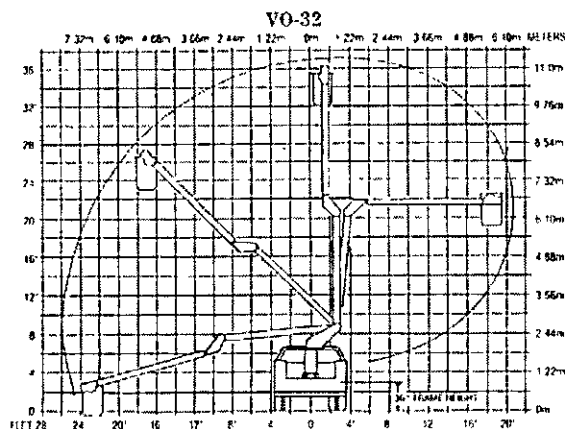
PBV del Chasis	1762 kg	6350 kg
	10500 lbs	14000 lbs
C/A	60 in	60 in
Tara aproximada para estabilidad con la Barra de Torsión	3761 kg	4672 kg
	8500 lbs	10300 lbs

DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS

Modelo	Brazo Superior	Fuente de Energía para la Bomba Hidráulica	Modelo
VO-29 FI	Fibra de vidrio	PTO para vehículo provisto con la unidad	VO-32 FI
VO-29 BI	Fibra de vidrio	Por Correa del ventilador del motor	VO-32 BI
VO-29 GI	Fibra de vidrio	Motor/Generador de 4000W	VO-32 GI
VO-29 PS	Acero	PTO para vehículo provisto con la unidad	VO-32 PS
VO-29 BS	Acero	Por correa del ventilador del motor	VO-32 BS
VO-29 GS	Acero	Motor/Generador de 4000W	VO-32 GS

OPCIONES

- Rotación continua
- Tomas para herramientas hidráulicas en la canastilla
- Sistema eléctrico/hidráulico de emergencia (12 VDC)
- Forro (liner) para la canastilla
- Brazos de torsión
- Canastilla sólida con grada
- Controles en la canastilla
- Acelerado manual de 2 velocidades
- Control de operación tipo palanca única
- Inserción de fibra de vidrio en el brazo inferior (VO-32 únicamente)
- Pluma no-aislada

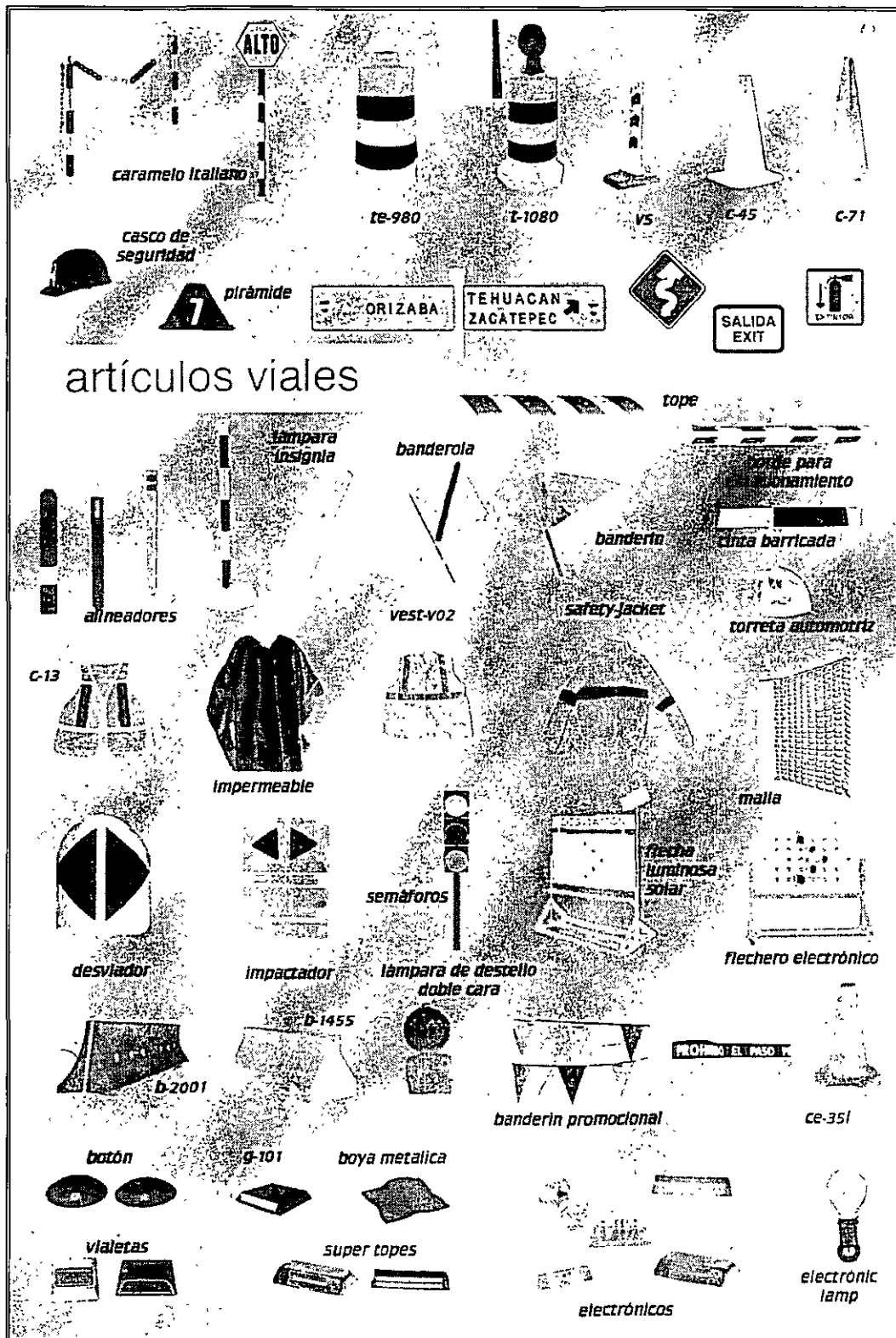


TIME MANUFACTURING COMPANY
7601 Imperial Drive • Waco, Texas 76710
P.O. Box 20368 • Waco, Texas 76702-0368
817 776-0900 • FAX 817 776-7531



Distributed By:

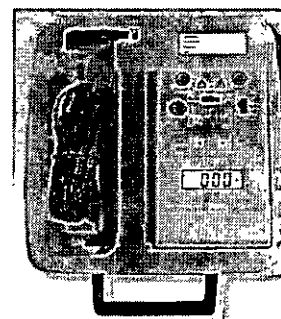
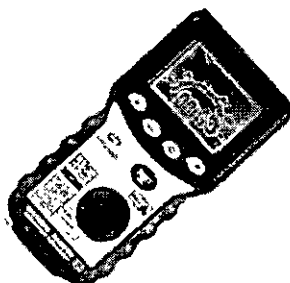
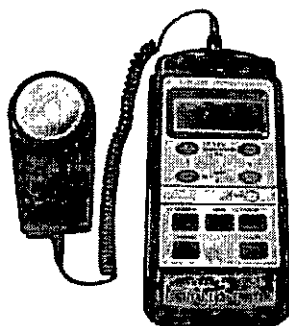
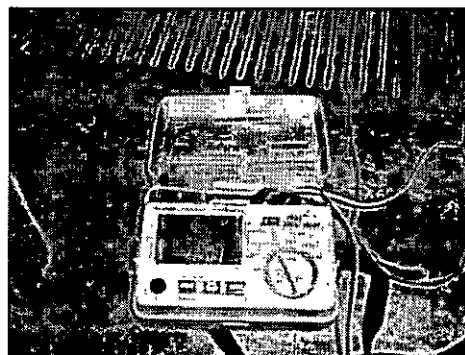
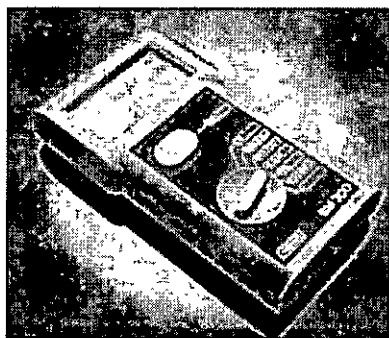
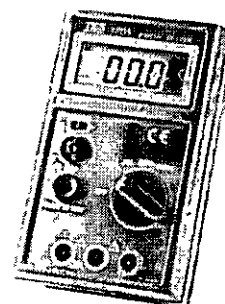
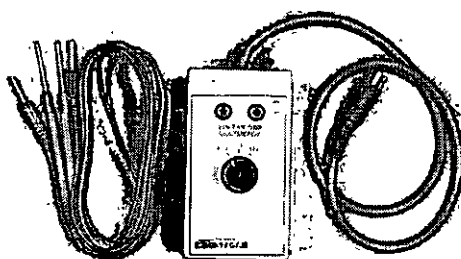
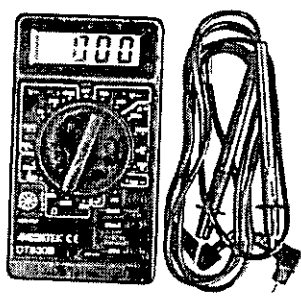
2.1.1 SEÑALIZACIÓN Y ARTÍCULOS VIALES



2.2 APARATOS DE MEDIDA

Se capacitará y adiestrará a los participantes en el uso y manejo de:

- Amperímetro
- Voltímetro
- Medidor de aislamiento de tierra
- Megger
- Aisladores
- Luxómetro



2.2.1 SISTEMAS INTERNACIONALES DE UNIDADES.**2.2.2 SISTEMA INGLÉS DE UNIDADES****2.2.3 MEDICIONES ESTÁNDAR.****2.2.4 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA****2.2.5 MEDICIÓN DE VOLTAJE EN CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA**

2.3 LA HERRAMIENTA Y SUS FUNCIONES

Se estudiarán el uso, cuidados y aplicaciones de la herramienta y equipo básico en la construcción y mantenimiento de instalaciones eléctricas y de alumbrado público, así como la normatividad vigente.

- . Alicatas.
- . Destornillador.
- . Sierra.
- . Linterna.
- . Pértiga.
- . Banquetas aislantes.
- . Manguitos.
- . Porta fusibles.
- . Cinturones de seguridad.
- . Bolsa porta herramientas.
- . Equipo de seguridad.
- . Calzado especial.

2.3.1 INTRODUCCIÓN

2.3.2 TRABAJANDO CON CABLES Y ALAMBRES

2.3.3 UTILIZACIÓN DE CONECTORES A PRESIÓN

2.3.4 PROBADORES; LÁMPARAS DE CONTINUIDAD Y DE VOLTAJE

2.3.5 EL PROCESO DE SOLDAR

2.3.6 SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

MÓDULO III
VARIEDAD EN EL ALUMBRADO PÚBLICO Y MEDIDAS DE
SEGURIDAD EN EL MANEJO DE LOS VOLTAJES

OBJETIVO:

“QUE LOS PARTICIPANTES RECONOZCAN, INSTALEN, OPEREN Y MANTENGAN EL ALUMBRADO PÚBLICO EN FORMA OPTIMA, DE ACUERDO AL LUGAR Y RADIO A ILUMINAR, ASÍ COMO EL MANEJO DE LOS VOLTAJES EN EL DESARROLLO DE SUS ACTIVIDADES, APLICANDO LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD CORRESPONDIENTES”

MÓDULO III

VARIEDAD EN EL ALUMBRADO PÚBLICO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE LOS VOLTAJES

ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

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

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

En los últimos años se han transformado lámparas vapor mercurio a sodio alta presión, las cuales en cantidad según datos de 1989 eran aproximadamente 320,000 luminarias. Cifra que representaba el 20% más de lámparas con que contaba Nueva Cork y 40% más que los de la ciudad de París. Los 320,000 luminarios podrían proporcionar alumbrado a todos los litorales del país.

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

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

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

Con las medidas anteriores se ha logrado reducir el costos de la facturación por consumo de energía y embellecer vialidades, calles, parques y jardines así como fachadas y monumentos, y los pasos a desnivel. El reto actual de la D.A.P. es el ahorrar energía eléctrica en todos los sistemas a base de sodio A.P. y aditivos metálicos, sin menoscabo de los niveles de iluminación y confort visual en la red vial primaria.

Cantidad:

_____ Corredores viales
_____ Vías
_____ Ejes viales
_____ Avenidas principales

A los cuales se proporciona alumbrado con:

_____ Luminarias
_____ Super postes
_____ Pasos peatonales
_____ Pasos vehiculares

Tendidos a los largo de _____ Km.

3.1 FUENTES DE LUZ

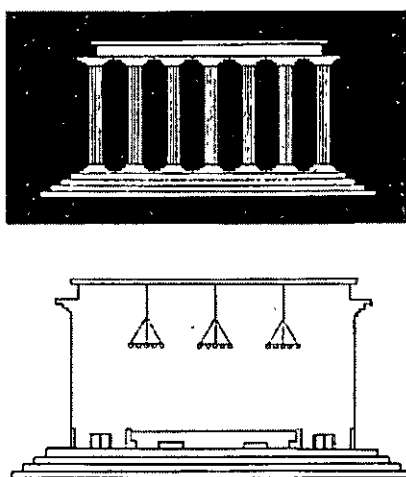
- Lámparas.
- Incandescencia.
- Descarga en gas.
- Fluorescencia.
- Elementos auxiliares.

PRINCIPIOS DE ILUMINACION

1. LA NEGLIGENCIA EN LA ILUMINACION ARTIFICIAL

Durante miles de años los hombres gobernaron, juzgaron, comerciaron, veneraron, ejercieron sus poderes, estudiaron y observaron acontecimientos dramáticos en edificios proyectados sólo para desempeñar actividades durante el día. En épocas más recientes, la iluminación artificial extendió el uso de las construcciones industriales y comerciales hasta en las horas de oscuridad. Pero en sus principios, las técnicas de iluminación se aplicaron con una virtual ignorancia de los requisitos visuales humanos. Todas las fuentes de luz artificial, anteriores al foco eléctrico, eran en realidad llamas poco luminosas. Era necesario colocarlas, no donde podían dar los mejores resultados de iluminación, sino donde su humo, calor y goteo podían causar el mínimo de molestias a los habitantes. Desgraciadamente, los proyectistas de las primeras instalaciones eléctricas tomaron por sentado que los soportes en paredes y los candiles colgantes tenían reales méritos de iluminación y esto atrasó por cincuenta años más la madurez arquitectónica del alumbrado artificial. El resultado fue que los luminarios para iluminación artificial, eran instalados como simples añadidos a las construcciones proyectadas según conceptos arquitectónicos clásicos. Estos métodos eran típicos en la práctica de iluminación, hasta que los arquitectos se dieron cuenta de que la iluminación podía ser un factor positivo en la función y la forma de un edificio, más bien que un elemento secundario o una idea posterior para una construcción perfectamente bien diseñada. Fue sólo durante las dos últimas décadas que estos conceptos echaron raíces.

Figura 1. Un templo griego clásico. Obra maestra de escultura arquitectónica. Conveniente únicamente para uso diurno.



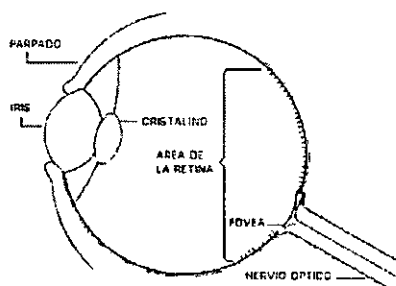
Corte: Banco de ahorros de principios del Siglo XX. Arquitectura semejante a la de un templo griego. Alumbrado artificial ideado tardíamente en forma de adornos colgantes.

2. EL PROCESO DE LA VISION

Quedó establecido, con anterioridad, que la mayor dificultad en la iluminación arquitectónica se debía a la escasez de conocimientos sobre el funcionamiento o proceso de la visión. Los aspectos esenciales de la visión serán mencionados ahora, no para el estudiante en anatomía, sino desde el punto de vista de un diseño arquitectónico.

El ojo (fig. 2) es esencialmente un mecanismo que recoge y enfoca la luz. Los rayos luminosos que entran en el cristalino a través de la pupila caen sobre unas células fotosensibles, localizadas en el fondo de la superficie interna del globo ocular, que forman lo que se llama la retina. Hay, en realidad, dos tipos de estas células: bastones y conos, cuyas funciones están perfectamente definidas unas de las otras. Cualquier mal entendido en estas diferencias, lanza al proyectista hacia un alumbrado deficiente. La mayoría de los conos están agrupados en una pequeña área cerca del centro de la retina (fovea - foco), donde los rayos luminosos enfocados por el cristalino forman una imagen como la de una cámara fotográfica. Su agrupamiento se hace menos denso a medida que se aumenta su distancia a la fovea. Su firma disposición en mosaico permite que se vaya formando una imagen clara y nítida, la que es transmitida por el nervio óptico al cerebro que la percibe como una idea consciente. Los conos nos permiten leer, inspeccionar objetos cercanos, distinguir colores y hacer comparaciones visuales precisas. Es esencialmente el mayor auxilio de la vida humana civilizada.

La concentración de los conos disminuye a medida que se aumenta su distancia a la fovea. Esto significa que fuera de la pequeña abertura del pequeño ángulo visual dominada por los conos, la claridad y agudeza visual disminuyen rápidamente. En la realidad, el tamaño del campo visual en el que predomina la acción de los conos es aproximada-



VISION POR LOS CONOS O FOVEAL

- 1.- CAMPO ANGOSTO DE VISION
- 2.- VISION POR ESFUERZO CONSCIENTE
- 3.- VISION DE LOS PEQUEÑOS DETALLES
- 4.- NECESIDAD DE UNA ILUMINACIÓN RELATIVAMENTE ELEVADA
- 5.- SENSIBILIDAD AL COLOR

VISION POR LOS BASTONES

- 1.- CAMPO ANCHO DE VISION
- 2.- VISION INSTINTIVA REACCION RAPIDA
- 3.- VISION AMPLIA
- 4.- SENSIBILIDAD EXTREMA (VISION NOCTURNA)
- 5.- POCO O NINGUNA PERCEPCION DE LOS COLORES
- 6.- DETERMINA EL EQUILIBRIO, LA COMODIDAD Y LA TRANQUILIDAD

mente del tamaño de una moneda de 5 centavos, a la distancia normal de lectura. El pequeño ángulo de visión, requiere el funcionamiento especial del ojo moviéndose, deteniéndose, escudriñando, etc., sobre una página impresa lo cual exige altos niveles de iluminación para una visión rápida y precisa.

Los bastones, por otra parte, desempeñan otro papel en la visión. Están mucho menos densos que los conos y están dispersos sobre toda la superficie interna del globo ocular. Son mucho más sensibles a la luz que los conos, pero por su tosca disposición en mosaico no producen una imagen finamente enfocada. Además, muchos bastones están conectados por nervios, no al cerebro, sino directamente a los músculos en distintas partes del cuerpo.

A los bastones corresponde toda la visión fuera del área del tamaño de una moneda de 5 centavos sobre la página. Su papel es tan importante que en algunos países una persona con una visión defectuosa de los bastones, está legalmente considerada ciega aunque pueda leer, emplear herramientas y distinguir los colores. Podemos añadir que la mayoría de las personas ignoran la importancia de la visión de los bastones en detrimento de sus proyectos de alumbrado.

Los bastones hacen posible la visión a muy bajos niveles de iluminación. Producen reflejos automáticos musculares para la protección del cuerpo o de los propios ojos, de objetos en el aire. Estas reacciones son muchísimo más rápidas que las resultantes de un pensamiento deliberado. Determinan el sentido inconsciente de tranquilidad o intranquilidad en un ambiente iluminado. Son auxiliares esenciales de la misma sobrevivencia.

Resumiendo, un sistema de alumbrado debe suministrar una iluminación suficiente para la visión con conos, pero mientras no se le conceda atención a un balanceo adecuado de brillantez en todo el campo visual (incluyendo a los bastones), el diseño de alumbrado estará muy lejos de alcanzar totalmente las metas humanas y arquitectónicas.

3. LOS DOS MEDIOS DE ILUMINACION

Los medios por los cuales la luz útil llega a los ojos están relacionados con la dualidad de la percepción visual por los bastones y los conos.

Un sistema de alumbrado bien proyectado, proporciona iluminación suficiente de la propia tarea visual (material impreso, dibujos, notas, etc.). para una visión sostenida adecuada (iconos) y una iluminación propiamente balanceada de los alrededores para dar un sentido de comodidad, bienestar y hasta aún de seguridad (bastones). Un ejemplo extremo de un sistema sólo proyectado para proporcionar iluminación sobre la tarea visual, es un reflector dirigido sobre un escritorio en un cuarto sumido en la oscuridad. La mancha de luz producida, descuida la iluminación equilibrada para los conos y bastones en la retina, dando un sentido de inseguridad y de incomodidad, así

como pérdida de agudeza visual. Por esta razón, los arquitectos deben evitar usar como sistema básico de alumbrado, la combinación de lámparas reflectores y acabados oscuros.

Por otro lado, los arquitectos y constructores deben evitar un sistema de alumbrado que favorezca la visión con los bastones y descuide la acción de los conos. Tales condiciones pueden resultar de un techo totalmente luminoso en combinación con muros y muebles muy claros o blancos. El deseo instintivo de fijar la atención sobre los objetos brillantes dentro del campo de visión, hace que los ojos tengan dificultad para concentrarse y enfocarse sobre la tarea que esté delante de ellos. En un ambiente así, la atención vaga, los objetos pierden precisión en su forma y textura y los detalles arquitectónicos y de embellecimiento tienden a ser monótonos, sin relieve y sin rasgos distintivos. Un buen proyecto de alumbrado es la combinación óptima de estos dos medios de iluminación

4. TERMINOLOGIA DE ILUMINACIÓN

Debido a que las primeras fuentes de iluminación artificial eran relativamente reducidas (velas, lámparas de aceite, capuchones de gas), los primeros términos empleados para medir la intensidad de la luz se escogieron de acuerdo con el concepto de "fuente-punto" de luz.

Así que una "candela" o "bujía", la unidad de intensidad luminosa, era verdaderamente una vela de un tamaño y encendido determinados. La cantidad de luz proyectada por una "candela" patrón sobre una área de un metro cuadrado de una esfera con un metro de radio, era, naturalmente, una "candela metro" o "lux", la unidad de iluminación. En el sistema inglés esta unidad es la "candela pie" ("footcandle"). Una "candela-pie", equivale a 10.7 luxes. A medida que el tamaño de la esfera aumenta, forzosamente los mismos rayos divergentes cubren una área más amplia, pero con un nivel de iluminación menor.

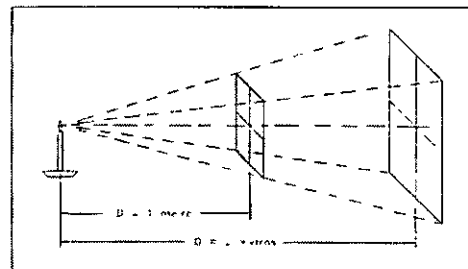


Figura 3: ILUMINACION DESDE UNA "FUENTE-PUNTO". Un lux (lumen por metro cuadrado) es la iluminación de una vela patrón sobre una superficie de un metro cuadrado situada a una distancia de un metro de la fuente luminosa. A dos metros de distancia los mismos rayos tendrían que cubrir un área cuatro veces más grande, así que a esta distancia la iluminación es de ¼ de lux o:

$$E \text{ (Lux)} = \frac{I \text{ (Candela)}}{D^2}$$

La brillantez de una fuente no está afectada por la distancia:

$$B \text{ (candelas por metro cuadrado)} = \frac{I \text{ (Candela)}}{A \text{ (metros cuadrados)}}$$

En donde A es el área de la propia fuente

Según, la Fig. 3. puede expresarse matemáticamente por la fórmula.

$$E = \frac{I}{D^2}$$

en donde E. es la iluminación en "luxes"; I, es la Intensidad luminosa en "candelas" y D, es la distancia en metros de la fuente luminosa a la superficie. En la fórmula básica la superficie receptora es normal al rayo de luz. Si esta superficie esta inclinada en "X" grados de la normal, entonces:

$$E = \frac{I \cos (X)}{D^2}$$

Existen otras dos unidades: el "Lumen" y el "Lambert". El lumen es la cantidad total de la luz emitida por una vela, un foco eléctrico, un luminario, un panel luminoso, etc. Así que un foco incandescente de 100 watts emite aproximadamente 1,600 "lúmenes", y una lámpara fluorescente de 40 watts aproximadamente 3,100 "lúmenes" bajo condiciones normales de operación. El concepto de "lumen" permite calcular la iluminación promedio proveniente, de múltiples fuentes luminosas, aumentada por la reflexión de los alrededores muros, pisos y techos. Esto en virtud de:

$$E(\text{iluminación en luxes}) = \frac{\text{Lúmenes generados} \times C_u}{\text{área considerada en m}^2}$$

En esta fórmula C_u es un coeficiente combinado relacionado con el tamaño del cuarto, su configuración, reflectancias y la eficiencia del luminario. Los fabricantes de luminarios publican tablas con los valores de C_u .

Se ve que un "Lux" no es sólo la iluminación producida por una "candela" a un metro de distancia, sino también es un "lumen" incidente sobre una superficie de un metro cuadrado, o sea un lumen por metro cuadrado. La otra unidad necesaria es la que define la brillantez de una superficie u objeto luminoso. Desde un punto de vista visual es la más importante de todas las unidades, porque la visión es esencialmente una respuesta a las diferencias en brillantez en el campo de visión. La acción de leer, por ejemplo, depende de poder distinguir la brillantez entre la tinta y el papel en que está escrito. La brillantez es la luz emitida en determinada dirección por el objeto que se ve y depende de la luz que reciba este objeto y de su poder de reflexión. Se puede expresar en "candelas por centímetro cuadrado" o en "metro-lambert" (en el sistema inglés "Pie-lambert").

Conociendo ya la unidad lumen podemos servirnos de ella para establecer un método de medición para la brillantez. Así pues, si 1,000 luxes (1,000 lúmenes por metro cuadrado) representan la iluminación sobre un escritorio y éste tiene una reflectancia de 60%, su brillantez es de 600 "metros lamberts", o sea que se reflejan 600 lúmenes por metro cuadrado, equivalentes a 600/10.7 o sean 56 "pie-lamberts" (lúmenes por pie cuadrado). Por lo tanto tenemos:

$$B (\text{en metro-lamberts}) = E (\text{luxes}) \times R (\text{factor de reflexión})$$

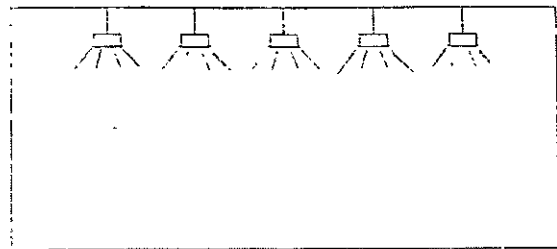


Figura 4 ILUMINACIÓN POR VARIAS FUENTES DE GRAN SUPERFICIE LUMINOSA - La iluminación "Luxes" puede ser medida también en "lúmenes/metro cuadrado" Por lo tanto, si los luminarios de esta figura generan en total 100,000 lúmenes, y en virtud de la eficiencia de los luminarios y de la absorción de la luz por las paredes del cuarto el 60 % de los lúmenes caen sobre los 40 metros cuadrados del área de trabajo, la iluminación promedio es:

$$E (\text{Lux}) = \frac{100,000 (\text{lúmenes}) \times 0.60}{40} = 1,500 \text{ Luxes}$$

Estos conceptos están resumidos en las figuras 3 y 4 que muestran las unidades de medición en la ingeniería de iluminación y su relación desde los puntos de vista de intensidad luminosa en candelas y rendimiento luminoso en lúmenes.

5. COMO MEJORAR LA VISIBILIDAD

Quedó establecido que el más grande defecto de los primeros sistemas de alumbrado artificial era su incapacidad para satisfacer las necesidades humanas de visión. Ahora, se verán las relaciones entre la cantidad y la calidad en la iluminación y sus efectos sobre la visibilidad. En lo que se refiere a cantidad de luz se puede afirmar que sin luz, no puede haber visión. Ninguna criatura puede ver en la total oscuridad. Los murciélagos vuelan en torno de los obstáculos emitiendo y recibiendo sonidos como señales de radar, pero no con la vista. Sin embargo, aún a niveles extremadamente bajos de brillantez, hay un principio de visibilidad. Por ejemplo, en una una noche iluminada por

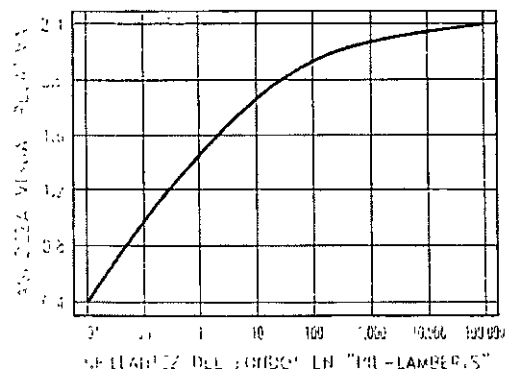


FIG.5: Relación entre luz y visión

* Refiriéndose, por ejemplo, a una página blanca sobre la que está impreso o escrito el material examinado. La sensibilidad y agudeza de nuestros ojos aumenta con una mejor iluminación.

la luz de las estrellas y cuando se ha tenido el tiempo necesario para la adaptación a esta oscuridad. Esta visibilidad es debida exclusivamente a los bastones. Es en realidad la visión para la supervivencia. Cuando la brillantez de los objetos alcanza aproximadamente 1/1000 de "metro-lambert", la visión por medio de conos entra en acción. Los detalles y formas de las superficies se hacen más aparentes; a la luz de la luna ya es posible leer grandes letras impresas. El hecho esencial que se trata de poner en claro es que nuestra visión se hace más aguda a medida que se aumenta la iluminación sobre los objetos. Véase la Fig. 5.

Este aumento en la visión se debe al incremento de la magnitud de las señales visuales sobre los conos de la retina en forma tal, que los contrastes entre luz y sombra, que hacen la imagen perceptible, llegan a ser más agudamente definidos. Consecuentemente, la visibilidad se mejora proporcionando suficiente iluminación sobre la tarea visual para permitir una percepción adecuada de los pequeños detalles.

Como resultado de años de investigación sobre la visibilidad, se han establecido niveles de iluminación (luxes sobre la tarea visual) para una visibilidad adecuada. Estos niveles han sido publicados por la Illuminating Engineering Society y la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación, A. C.

6. GENERACION DE LA LUZ

Desde el punto de vista de los arquitectos y constructores, predominan dos métodos de generación de la luz eléctrica: incandescencia y descargas eléctricas. El primer método es simplemente una fuente incandescente que produce luz por incandescencia de un alambre de tungsteno, dentro de un bulbo de vidrio.

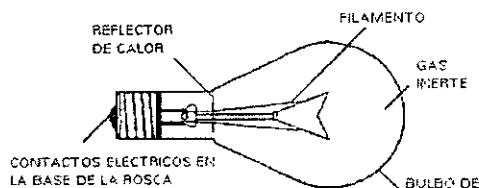
Aproximadamente el 7% de su rendimiento es en forma de energía visible (luz), el resto son radiaciones infrarrojas (calor). Una lámpara incandescente de 300 watts produce aproximadamente 19 lúmenes por watt consumido. Los principales inconvenientes de la lámpara incandescente son: una vida corta y una baja eficiencia. Sin embargo, hay ventajas que las compensan y sostienen el uso de la lámpara incandescente. Estas ventajas son:

- 1.- Tamaño compacto.
- 2.- Bajo costo inicial.
- 3.- Inafectable por la temperatura circundante.
- 4.- No necesita accesorios de arranque o reactores
- 5.- Color cálido, que da a los objetos un aspecto familiar.
- 6.- Flujo luminoso fácilmente controlable en una gran variedad de distribuciones luminosas.
- 7.- Opera indistintamente en corriente alterna o en continua.

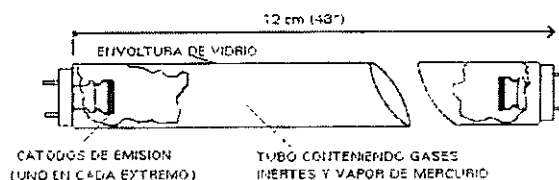
De los dos tipos de descarga eléctrica más usuales, fluorescente y vapor de mercurio, el primero ha llegado a ser el normal en la iluminación comercial e institucional, y el último en la iluminación industrial y exterior.

Cuando se aplica un voltaje apropiado a las terminales de una lámpara fluorescente, los vapores gaseosos dentro del tubo emiten radiaciones ultravioleta. Estos invisibles y nocivos rayos son convertidos en luz visible e inofensiva al posar a través de los polvos fluorescentes en la superficie interna de los tubos.

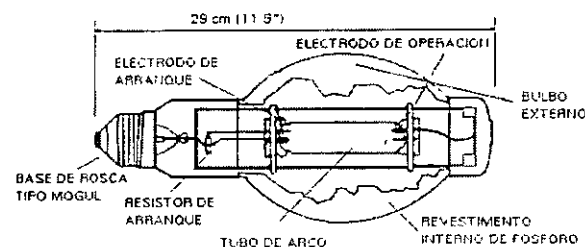
Los principales inconvenientes de esta lámpara son su gran tamaño físico en relación con su potencia en watts (una lámpara de 1.22 mts. Consume 40 watts), la necesidad de un reactor que le proporcione una corriente y una tensión adecuada de operación y una gran reducción de su flujo luminoso a bajas temperaturas. Estos factores adversos están compensados por las siguientes ventajas:



Lámpara Incandescente típica



Lámpara Fluorescente de 40 Watts



Lámpara de Vapor de Mercurio de 400 Watts

Figura 6: Fuentes convencionales de luz

- 1.- Alta eficacia luminosa, más de 67 lúmenes por watt.
- 2.- Producción de buenos colores.
- 3.- Vida más larga, aproximadamente 12,000 horas en comparación con las 1,000 horas de las lámparas incandescentes.

El otro tipo de lámpara de descarga gaseosa es la de vapor de mercurio de alta intensidad. Esta genera la luz directamente de la luminosidad producida por el arco eléctrico. Esta lámpara tiene una emisión de luz característica azul-verde. Su calidad en el color ha sido mejorada para igualar

la de los demás; lámparas fluorescentes, por una acción de fluorescencia parcial, por medio de polvos fluorescentes en la superficie interna del bulbo de vidrio.

Sus características la hacen una fuente ideal para gimnasios, grandes campos deportivos, instalaciones industriales y en general en todas las áreas al aire libre.

Además de necesitar un reactor, otro inconveniente de las lámparas de vapor de mercurio es que, después de aplicarle corriente, se necesitan varios minutos para obtener su máxima emisión luminosa, y si se ha apagado, es necesario un enfriamiento de tres a cinco minutos antes de tener su total emisión nuevamente. Estos inconvenientes son insignificantes en lugares donde las lámparas están en uso constante durante un tiempo determinado (como en fábricas o del crepúsculo hasta el amanecer en alumbrado público). Resumiendo sus ventajas son las siguientes:

- 1.- Larga vida económica, más de 16,000 horas con muy baja depreciación.
- 2.- Fuente luminosa concentrada que facilita un control preciso de los rayos luminosos.
- 3.- Alta eficacia luminosa, más de 80 lúmenes por watt.
- 4.- Flujo luminoso inalterable por los cambios de temperatura.
- 5.- Más robusta que las lámparas incandescentes y fluorescentes, y no se ve afectada por los vibraciones o el trabajo rudo.

Además de estas fuentes convencionales de luz hay numerosos tipos especializados. Antes de emplear cualquiera de estas lámparas, el arquitecto o constructor debe comparar su economía en operación, facilidad de obtención de repuesto, facilidad de manipulación y almacenamiento, etc. En general se puede decir, que siempre habrá uno de los tipos de lámparas convencionales descrito que llene mejor sus necesidades.

7. CURVAS FOTOMETRICAS DE DISTRIBUCION DE LUZ

Antes de diseñar un buen sistema de alumbrado, debemos saber interpretar las representaciones gráficas de las intensidades, en distintas direcciones, de un luminario y de las fuentes de luz. Para tener una gráfica completa de intensidades consideremos que la fuente luminosa está encerrada en una esfera transparente de radio R ; que esta esfera ha sido marcada con círculos de latitud y longitud y que una celda fotoeléctrica (medidor de candelas por metro cuadrado) ha sido colocado en la superficie de la esfera y que ha sido hecha la lectura en cada punto seleccionado (Fig. 7). Los lecturas así obtenidas representarían la iluminación producida sobre la superficie interna de la esfera imaginaria.

Mediante la simple inversión de la fórmula:

$$\text{iluminación (E)} = \frac{\text{intensidad (I)}}{\text{distancia (D}^2\text{)}}$$

se ve que $I = E \times D^2$, ó multiplicando cada lectura de iluminación por el cuadrado de la distancia de medición, podemos determinar la intensidad en "candelas" de la potencia luminica en cada dirección particular en el espacio.

En la realidad, la esfera imaginaria está substituida por una celda fotoeléctrica calibrada moviéndose a lo largo de una pista radial (Fig. 7). Con solo inclinar y voltear el propio luminario, se puede obtener cada punto de la esfera imaginaria.

La curva de distribución fotométrica (Fig. 8) se toma en un solo plano, en lugar de la esfera entera y nos define el rendimiento del luminario únicamente en ese plano. Examinemos la curva fotométrica (Fig. 8) para ver cómo se emplea en un proyecto de iluminación. Aquí están sus aspectos principales.

1. La descripción en la parte central da el número de catálogo del luminario de tipo normal, y que las mediciones se hicieron en un plano vertical perpendicular a los ejes longitudinales de las lámparas fluorescentes, cuyos datos se indican.
2. En la columna de la derecha, están las lecturas reales en candelas con intervalos de cinco grados a partir de cero (directamente abajo) hasta 180° . Con estos valores es posible computar el rendimiento luminoso en "lúmenes" del luminario como un total del porcentaje de lúmenes emitidos por las lámparas (65.15%), o bien para cada zona en particular.

Es posible obtener una información muy útil sobre un luminario, sólo con el estudio de su curva fotométrica. Aquí están algunas indicaciones:

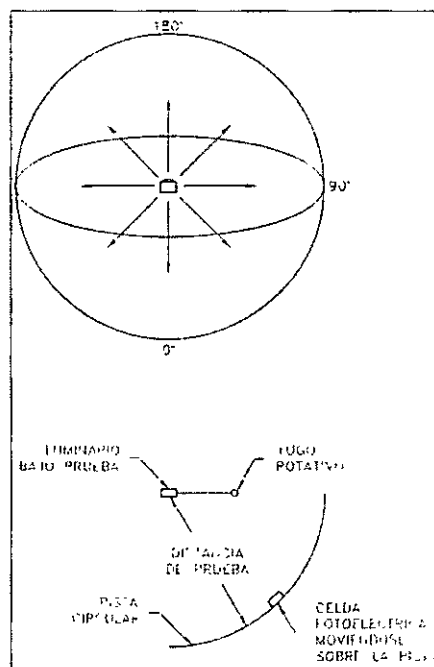


Figura 7: Medición de la intensidad luminosa

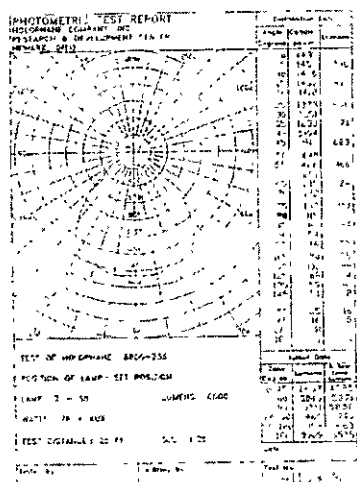


Figura 8: REPRODUCCION DE UN INFORME TÍPICO DE PRUEBA FOTOMETRICA - De un luminario Cat.No. 6800 con dos lámparas fluorescentes de 38 Watts

1. Asegurarse de que la curva fotométrica tiene una escala numérica. Una gráfica que solamente enseña el contorno de la curva de distribución es tan inútil como un termómetro sin indicación de temperaturas.
2. Asegurarse de que los datos de rendimientos estén indicados en términos de lámparas normales conocidas.
3. Verificar la distancia de medición; tanto más larga tan to mejor. La distancia de medición deberá ser por lo menos cinco veces la más grande dimensión de luminario.

Las curvas de distribución se emplean para calcular los niveles de iluminación por la fórmula de inverso de los cuadrados, que da el nivel de iluminación en un punto particular, o para desarrollar los coeficientes de utilización para determinar el nivel de iluminación promedio sobre una área general.

8. COMODIDAD EN LA ILUMINACIÓN

Es posible obtener altos niveles de iluminación sobre una tarea visual empleando proyectores o reflectores dirigidos hacia abajo. Sin embargo, aunque se hayan cumplido todos los aspectos de "calidad" de iluminación, la capacidad de una visión sostenida necesita cumplir otras condiciones, generalmente descritas como aspectos de "calidad" de iluminación.

Debemos distinguir dos aspectos de calidad. El primero depende de nuestra sentido de comodidad y de salud cuando nuestros ojos no están absorbidos sobre el trabajo. Este aspecto de calidad está relacionados con la cantidad de deslumbramiento directo o luz indeseable, que alcanza nuestros ojos cuando miramos alrededor del cuarto. El efecto de deslumbramiento directo se reduce haciendo los siguientes, arreglos en el sistema de alumbrado (Fig. 9)

- A) Reduciendo la brillantez de los luminarios en dirección a nuestros ojos.
- B) Colocando los luminarios molestos fuera de nuestra

línea de visión directa.

- C) Empleando reflectancias adecuadas en todo el cuarto y en las superficies de los muebles

Ahora estudiaremos los factores que reducen el deslumbramiento reflejado, asociado con la "vista hacia abajo" o postura normal de trabajo, cuando los objetos examinados están dentro de los límites alcanzados por la mano

El deslumbramiento reflejado se reduce controlando la brillantez del luminario y, cuando sea posible, localizando las fuentes luminosas donde no sean reflejadas (como por un espejo) por la superficie de trabajo. El uso de papel lustroso o brillante debe tomarse en consideración. (Las superficies mate no reflejan tanto la luz).

La Interpretación objetiva de estos factores se ve en las figuras 10 y 11. En la figura 10, en la izquierda, lámparas fluorescentes desnudas iluminan una hoja de papel brillante con cerezas. Las imágenes reflejadas de las lámparas causan un deslumbramiento desagradable que se corrige, a la derecha, empleando un papel mate, no brillante. Pero en la realidad los superficies brillantes no pueden suprimirse tan fácilmente; además rayos de luz reflejados por la tinta

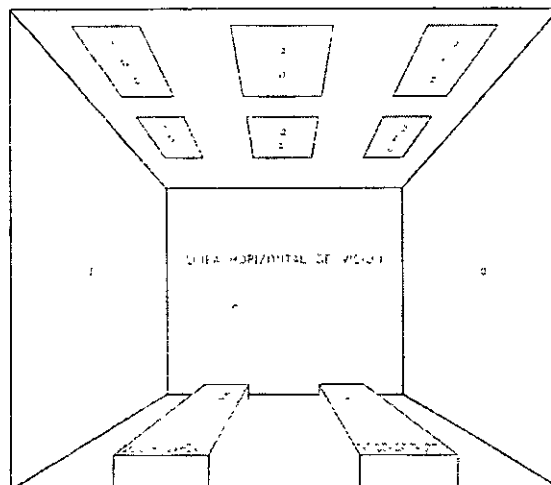


Figura 9: FACTORES DE COMODIDAD EN VISIÓN DIRECTA. - La comodidad de una iluminación se mejora: a) reduciendo la brillantez del luminario en dirección de los ojos b) Evitando el uso de luminarios de gran tamaño. c) Arreglando el espaciamiento entre luminarios localizándolos fuera de la línea directa de visión cuando se pueda. d) Usando altas reflectancias y acabados mates del cuarto y muebles

de impresión, o por letras escritas a mano dispersan la luz reflejada en una diversidad de formas e imparten un cierto grado de brillo al papel que no se puede evitar. Por lo tanto, una gran parte de la solución para el deslumbramiento reflejado descansa en el propio sistema de alumbrado

De la Fig. 10 es obvio que si las lámparas desnudas causantes del reflejo, se ocultaran con rejillas, esto no mejoraría las condiciones, ya que los rayos que emiten directamente hacia abajo son los causantes de este efecto

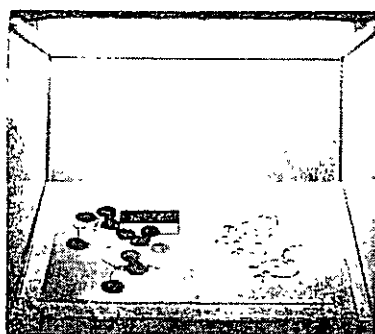


Figura 10: Lámparas desnudas

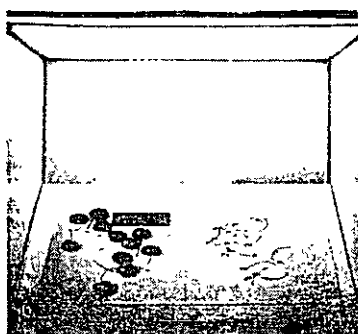


Figura 11: Elemento difusor

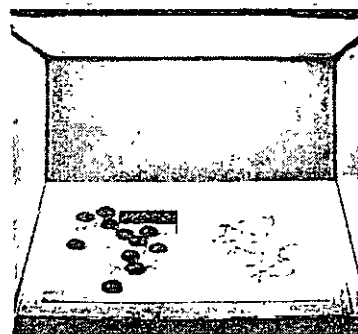


Figura 12: Pantalla prismática

Si se ocultan las lámparas con una pantalla opalina difusora se logra eliminar los imágenes de las lámparas, pero si se usa un lumímetro, éste mostrará una reducción en la iluminación de un 40% (Figura 11).

Ahora la relación entre visibilidad y comodidad comienza a aparecer. Es fácil producir un alto nivel de iluminación con poca comodidad

La figura 12 enseña la solución óptima, basada en el uso de una pantalla prismática de baja brillantez y alto control del rendimiento luminoso.

Las imágenes de las lámparas están difusas (izquierda), hasta ya no causar rayos o imágenes reflejadas. Sin embargo, a diferencia de la pantalla opalina o esmerilada, el nivel de iluminación es tan alto como el producido por las lámparas desnudas

Se hace evidente que los accesorios y las técnicas del control de la luz ofrecen la única combinación de una alta visibilidad y una reducción de deslumbramiento directo y reflejado.

9. CONTROL DE LA LUZ

Es evidente que si una oficina está iluminada con lámparas fluorescentes desnudas y una fábrica con lámparas de vapor de mercurio también desnudas, la iluminación es desagradable, incómoda y distinta de lo establecido en las secciones 5 y 8. El control de la luz es la técnica para remodelar la distribución de luz de la propia fuente y producir una iluminación más útil sobre las superficies de trabajo y reducir el deslumbramiento directo y reflejado hacia los ojos.

Es importante contestar a esta pregunta: ¿El control de iluminación puede construirse dentro de la fuente de luz? Sí, pero sólo parcialmente y económicamente no es práctico, porque su reposición resulta costosa. Los elementos de control de luz están mejor incorporados en la parte permanente del luminario o del sistema que, por mantenimiento periódico, puede recuperar sus propiedades originales.

Parte de la luz emitida por la fuente va hacia arriba y puede ser redirigida hacia abajo por acción de la reflexión. Hay dos métodos básicos para reflejar la luz: especular y difuso.

Cuando un rayo de luz choca contra una superficie, como un espejo, una parte de la luz rebota como una pelota arrojada contra una pared. Si la superficie es plana, la direc-

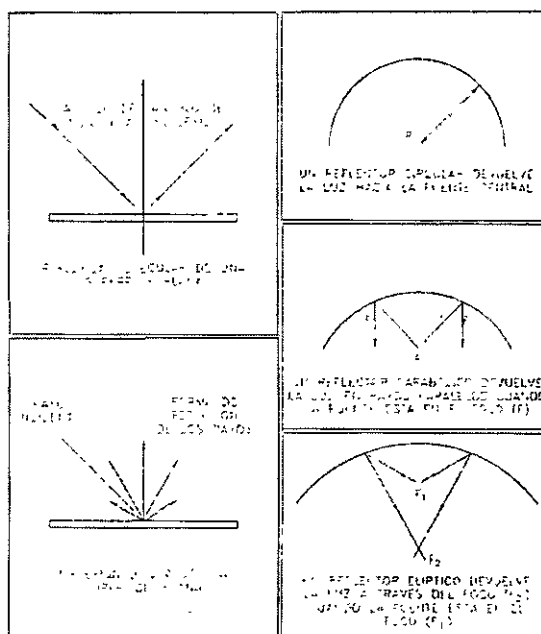


Figura 13: Propiedades reflectores de diversos contornos y acabados de materiales

ción de la reflexión se muestra en la figura 13. Específicamente, el ángulo de incidencia (I) es igual al ángulo de reflexión (R).

La intensidad del rayo reflejado depende del factor de reflexión de la superficie. El color del rayo reflejado también puede ser diferente del color del rayo incidente si la superficie tiene propiedades selectivas de color. Por ejemplo un reflector amarillo impartirá un tinte amarillento a un rayo de color blanco

Resumiendo, las superficies de tipo especular alteran la intensidad y el color del rayo incidente dependiendo de la eficiencia de reflexión y su color. En la práctica, un reflector plano tiene muy pocos usos; se emplean superficies curvas de distintas formas para crear resultados específicos.

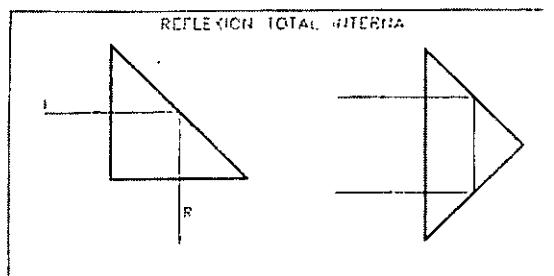


Figura 14. Acción de la reflexión prismática

La figura 13 muestra las propiedades reflectantes de varias formas geométricas.

Los efectos descritos hasta ahora están basados en reflectores de tipo especular. Si esta superficie se esmerila con un polvo abrasivo, o si está compuesta por pequeñas fibras (como un papel secante), o si tiene un acabado mate, sus propiedades reflectantes se alteran.

En lugar de un rayo reflejado bien definido, como se ve en la parte superior izquierda de la figura 13, la reflexión es como la que se muestra en la parte inferior izquierda de la misma figura, independientemente de la dirección del rayo incidente.

De hecho, la reflexión especular y la reflexión difusa representan límites teóricos: en la práctica todas las superficies reflectoras presentan un cierto grado de estos dos tipos.

Es bien sabido que el reflector más eficiente no es ninguno de los tipos mencionados, sino un medio óptico, el prisma reflector.

En la reflexión prismática un rayo entra por una cara del prisma y sale por otra cara, o por otra parte de la misma cara y en dirección opuesta, con una insignificante pérdida de intensidad. Ver la figura 14.

Esto es porque la reflexión se produce en el interior del propio prisma de cristal o plástico transparente. De hecho

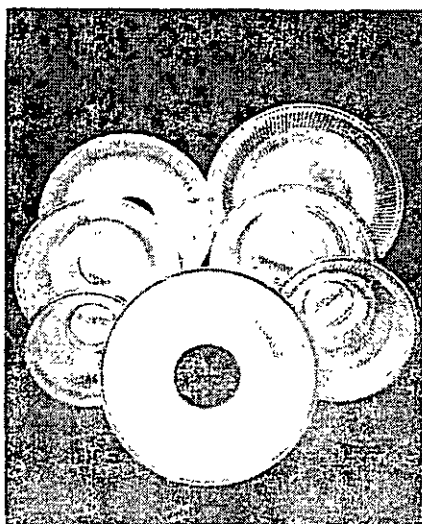


Figura 15: Reflectores de cristal prismático

el polvo el polvo y la suciedad sobre las caras posteriores del prisma no tienen efecto sobre las propiedades de reflexión porque la acción es interna. La figura 15 muestra la vista de reflectores prismáticos y nos da una idea clara de la configuración prismática.

Un reflector bien diseñado, redirige los rayos luminosos de la fuente hacia abajo, en una forma útil. Para un mejor control de la luz es necesario manejar los rayos luminosos que no son interceptados por el reflector. La figura 16 muestra que en esta zona pasa casi la mitad de la luz emitida.

El control de esta luz hacia abajo se consigue mediante una pantalla refractora colocada debajo de la lámpara y del reflector. Esta pantalla o lente también volverá a redirigir los rayos provenientes del reflector. Sus principales propósitos son:

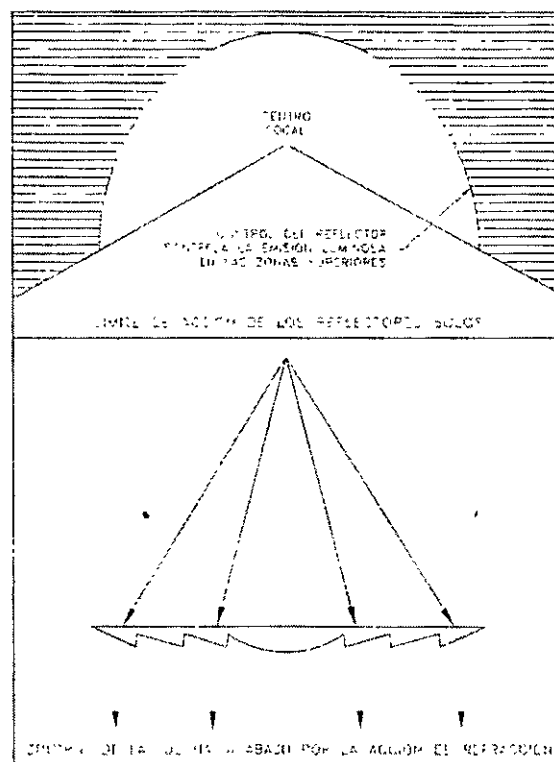


Figura 16

- Complementar la acción del reflector.
- Impedir una visión directa de la propia fuente de luz.
- Distribuir e igualar la brillantez sobre la superficie de la pantalla.
- Crear cualquiera de una gran variedad de distribuciones fotométricas para satisfacer requerimientos de visión.

NOTA: Tomado de: *Practical Lighting Fundamentals for Architects* con autorización de la Holscher Company, Inc.
Tomado del libro: *MATERIALS Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN*, del Arq. Fernando Barón Zedeno, Págs. 414-1, 414-2, 414-3, 414-4, 414-5, 414-6, 414-7 y 414-8.

NIVELES DE ILUMINACIÓN EN MÉXICO

NIVELES de Iluminación, para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación A.C. - Illuminating Engineering Society.- México Chapter, como resultado de las reuniones que para tal objeto se llevaron a cabo en el Auditorio del edificio número 2 de la Escuela Superior de Ingeniería mecánica y Eléctrica, en la Unidad Profesional del Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco, D. F., en las cuales estuvieron presentes los representantes de diversas Instituciones, Dependencias Oficiales y Compañías interesadas en la buena iluminación.

COMITE:

ING. RODRIGO GUERRERO ESCOLANO

ING. ENRIQUE VENEGAS SANDOVAL

ING. EDMUNDO MORALES SILVA

ING. ABEL GARCIA OROPEZA

DIRECTOR DE DEBATES DE LA MESA REDONDA

ING. OCTAVIO SANCHEZ HIDALGO B.

La primera columna lleva por encabezado I.E.S. 99% y esta formada por los niveles de iluminación determinados por la teoría del Dr. H.R. Blackwell, publicados por el I.E.S. Lighting Handbook edición 1959, con las dos siguientes características: un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo. Entendiéndose por 5 asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales de un objeto, que puede hacer una persona por un segundo.

La segunda columna S.M.I.I. 95%, está formada por los niveles de iluminación con un rendimiento visual de 95% y las otras 5 asimilaciones por segundo. Esta columna se determinó por medio de un divisor de conversión, que fue encontrado después de hacer interpolaciones entre curvas dadas por el Dr. Blackwell, para 3 asimilaciones por segundo y para 10 asimilaciones por segundo; usando como parámetro valores de brillantez (B) expresados en footlamberts y rendimientos visuales en por ciento.

De estos factores se sacaron los valores apropiados de brillantez (B) para cada tarea visual, teniendo ya estos valores se tomó como dividendo común el valor de (B) para 99% de rendimiento visual y como divisores valores de (B) para cada rendimiento visual requerido. En este caso se acordó un 95% de rendimiento visual, para recomendar como valor mínimo en actividades que ocasionalmente se desarrollan bajo iluminación artificial, con lo que se baja la iluminación a valores aplicables en forma económica en México, sin que se provoque con ello niveles de iluminación que causarían cansancio visual a las personas que trabajan en estos locales y que desarrollan una determinada tarea visual y al mismo tiempo no bajan mucho esos valores, ya que de hacerse así la eficacia del personal bajaría en igual proporción que los rendimientos visuales.

El divisor de conversión es 1.75.

En los casos en que el valor de la S.M.I.I. 95% y el del I.E.S. 99% son iguales, significa que es el valor mínimo que se debe recomendar.

INDUSTRIAS SOLA BASIC, PIONERA EN LA FABRICACION DE BALASTROS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA Y BAJA PRESION, CONCIENTE DEL INTERES POR PARTE DE SUS CLIENTES DE ESTAR INFORMADOS Y ACTUALIZADOS EN ASPECTOS RELATIVOS A LA ILUMINACION, HACE LLEGAR A USTEDES LA SIGUIENTE INFORMACION SOBRE NUEVAS DISPOSICIONES QUE PRONTAMENTE ENTRARAN EN VIGOR Y QUE ATANEN AL ALUMBRADO PUBLICO EN MEXICO.

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

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

ATENTAMENTE

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

CAPITULO 9 ALUMBRADO PUBLICO

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

ARTICULO 901. DISPOSICIONES DE CARACTER GENERAL

901-1. Objetivos del alumbrado público

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



Lunes 10 de octubre de 2011

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 31

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

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

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

ARTICULO 902. DEFINICIONES

Acomodación.

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

Adaptación.

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

Coefficiente de luminancia (q).

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

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

Confort visual

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

Curva de distribución de intensidad (Denominada comúnmente isocandela).

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

Curva isolux (curva iso-iluminación)

Lugar geométrico de los puntos de una superficie que tienen igual iluminación

Deslumbramiento.

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

Deslumbramiento cegador.

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

Deslumbramiento directo

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

Deslumbramiento incómodo

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

Deslumbramiento indirecto

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

Deslumbramiento perturbador.

Deslumbramiento que empeora la visión sin causar necesariamente una sensación desagradable

Deslumbramiento por reflexión

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

Eficacia luminosa de una fuente (η).

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

Factor de balastro

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

Factor de mantenimiento o conservación.

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

32 (Quinta Parte)

DIARIO OFICIAL

Lunes 10 de octubre de 1994

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

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

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

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

Factor de utilización (para una superficie dada)

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

Flujo luminoso (ϕ).

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

Flujo luminoso inicial de una lámpara.

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

Iluminancia o iluminación. (E)

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

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

Índice de rendimiento de color

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

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

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

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

Luz.

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

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

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

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

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

Luminario para alumbrado público

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

Potencia de un ensamble (lámpara y accesorios)

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

Potencia de una lámpara

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

Proyector.

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

Lunes 16 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

Quinta Parte 33

Radiación

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

Rendimiento normalizado de un luminario

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

Temperatura de color

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

Tensión nominal de una lámpara.

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

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

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

Vida nominal promedio de una lámpara.

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

Vida útil de una lámpara.

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

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

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

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

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

- Deslumbramiento perturbador.
- Deslumbramiento incomodo o molesto

Deslumbramiento perturbador

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

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

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

Deslumbramiento molesto

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

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

Uniformidad de luminancia e iluminancia de la vialidad

Los valores de luminancia e iluminancia deben cumplir con lo especificado en las tablas 904.6(a) y (b) Sección 904-6.

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

Contraste

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

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

Reflectancia del pavimento

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

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

TABLA 903.1
Clasificación de las superficies de la vialidad

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

Nota: Qo. Representa el coeficiente de luminancia media.

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

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

Al proyectar una zona debe definirse:

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

Clasificación de vías públicas (según su uso).

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

- I.- Autopista - Vialidad con control total de acceso sin cruces a nivel independientemente si se paga o no peaje.
- II.- Carretera.- Vialidad que interconecta dos poblaciones, con cruces a nivel, independientemente si se paga o no peaje.
- III.- Vías primarias.- Corresponden a la parte del sistema vial que sirve como red principal del flujo de tráfico. Estas vialidades conectan áreas de generación de tráfico y accesos carreteros
 - a).- Vías de acceso controlado
 - 1) anular o periférica
 - 2) radial
 - 3) viaducto

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 35

b) Vías principales

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

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

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

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

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

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

Clasificación de áreas. (Considerando el uso del terreno)

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

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

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

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

904-2. Clasificación de materiales

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

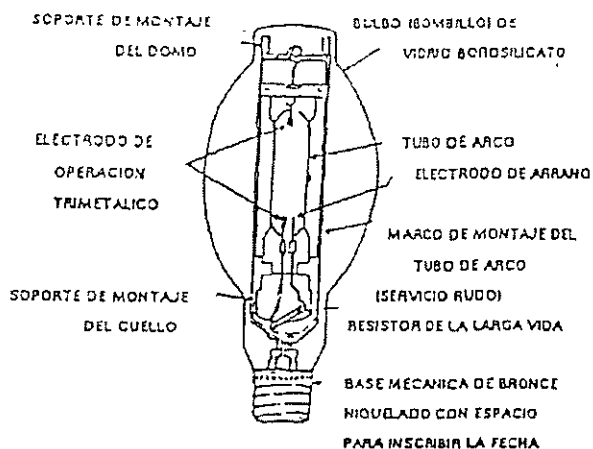
- Materiales luminicos
- Materiales eléctricos
- Materiales mecánicos y constructivos

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

904-3 Materiales luminicos

Clasificación de lámparas (ejemplos de los principales tipos en Figura 904 3):

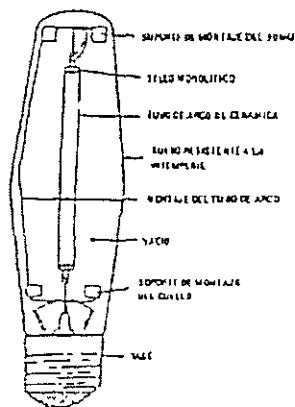
- Incandescentes
- Fluorescentes
- Luz mixta
- Vapor de mercurio
- Aditivos metálicos
- Vapor de sodio de alta presión
- Vapor de sodio de baja presión



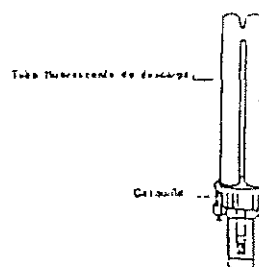
VAPOR DE MERCURIO



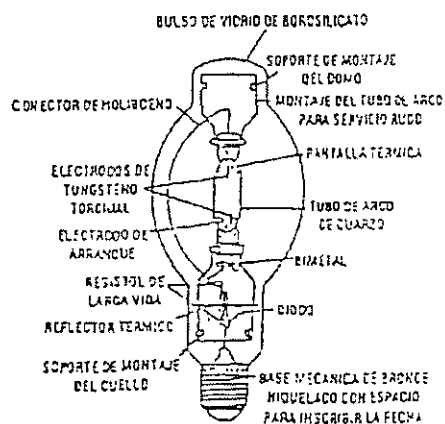
VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESION.



VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION



FLUORESCENTES COMPACTAS



ADITIVOS METALICOS

Fig 904.3 Diferentes tipos de lámparas

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 37

Lámparas incandescentes.

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

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

Lámparas fluorescentes

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

Lámparas de luz mixta

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

Lámparas de vapor de mercurio

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

Lámparas de aditivos metálicos

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

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

Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

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

Lámparas de vapor de sodio de baja presión.

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

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

Luminarios.

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

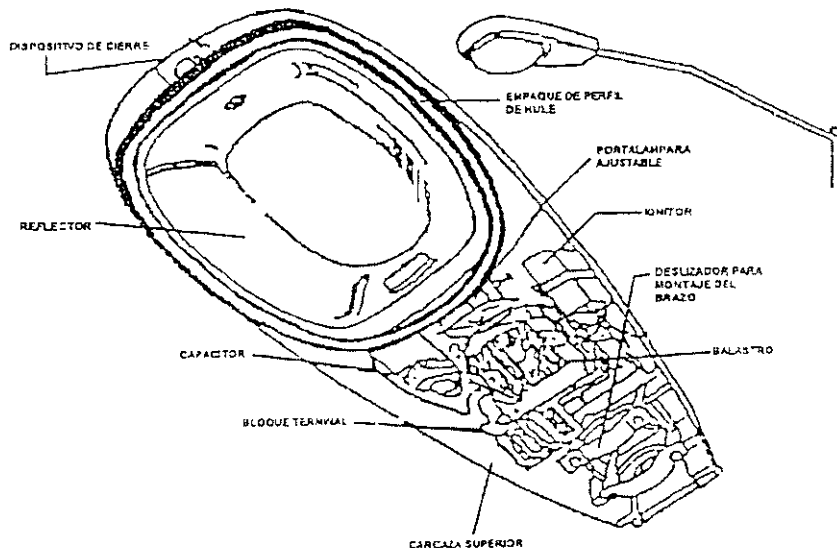


Fig 904.3a Componentes de un luminario típico

Clasificación de luminarios.

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

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

a).- Distribución de iluminación vertical.

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

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

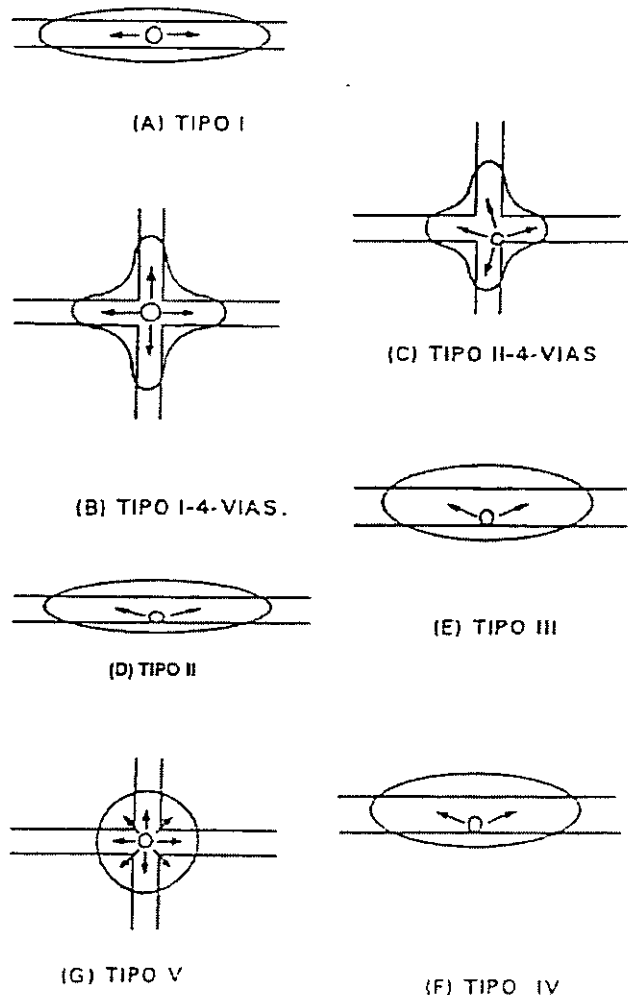


Figura 904.3ab Clasificación de la distribución de luz

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 39

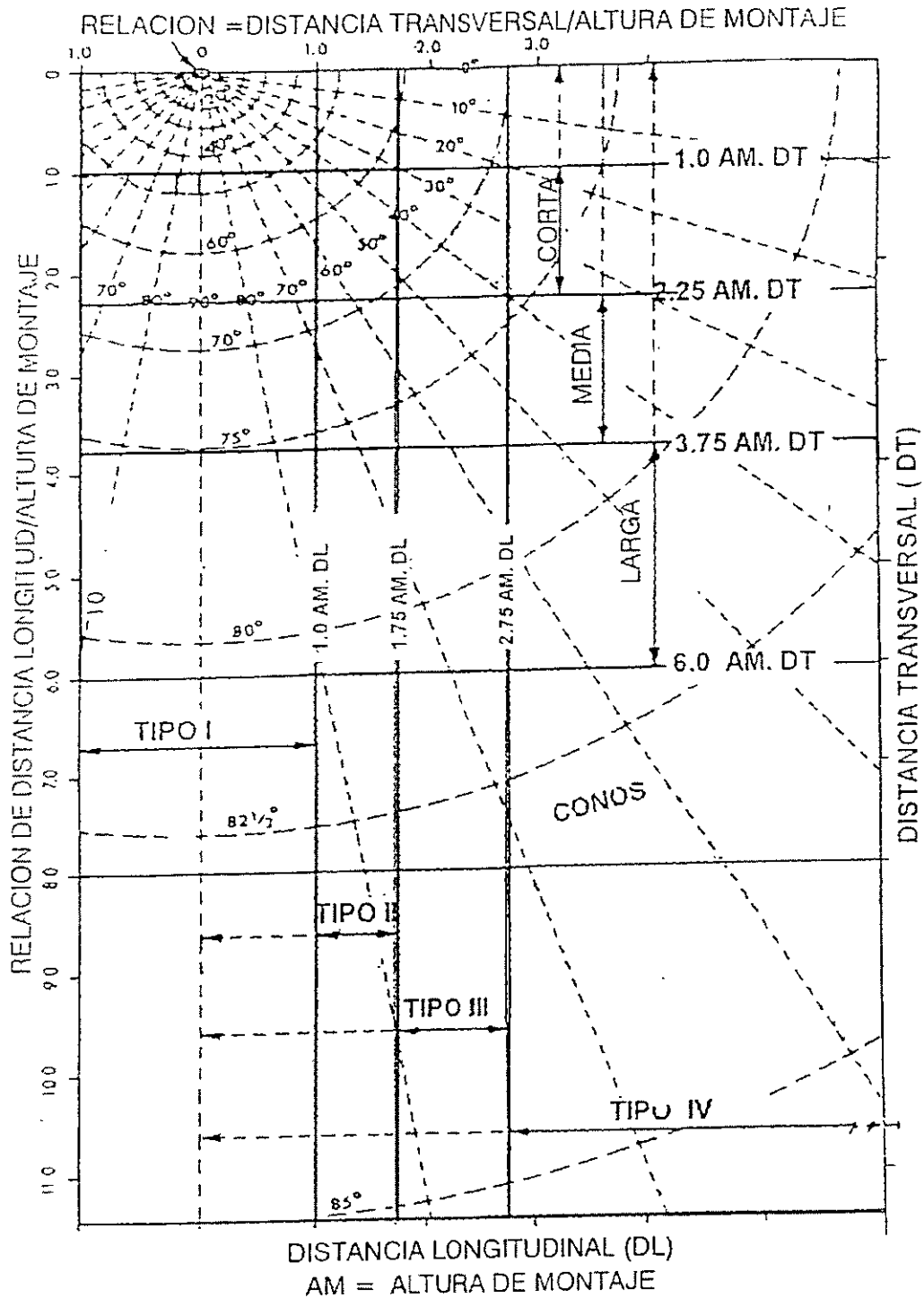


Fig. 904.3ac Curvas de Isocandelas

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

b) - Distribución de iluminación lateral.

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

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

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

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

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

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

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

Nota: AM - altura de montaje.

c) - Control vertical de distribución de luz.

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

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

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

* hasta un valor máximo de 1000 cd

Recientemente se ha establecido una nueva clasificación que considera los parámetros siguientes.

- Alcance

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

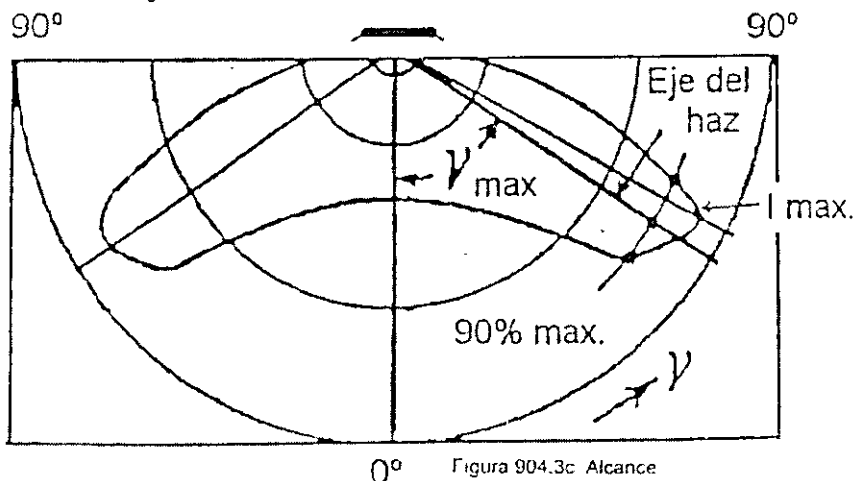


Figura 904.3c Alcance

Lima, 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 3 d.

Curva polar de intensidad en el plano de intensidad luminosa máxima, con indicación de ángulo $\gamma_{\max}$.

Para determinar el alcance del luminario

Se definen tres grados de alcance, que son:

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

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

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

(D1)

-Dispersion

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

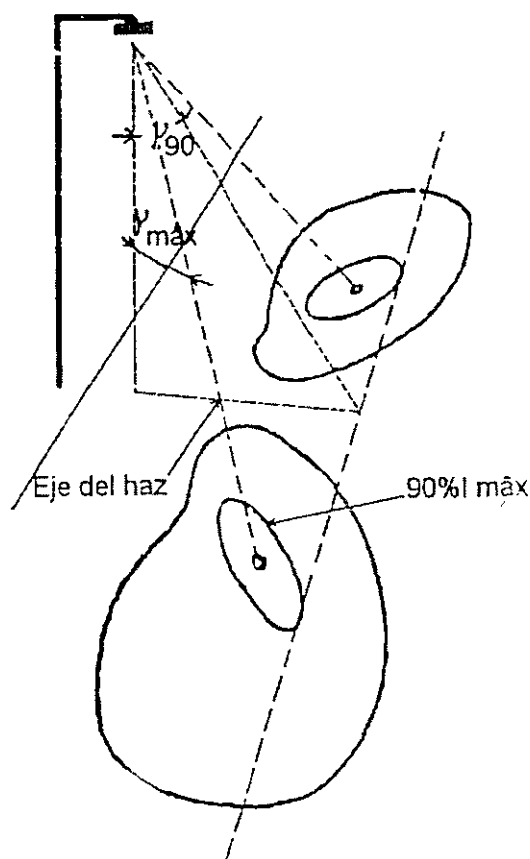


Figura 904.3d Dispersión

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

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

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

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

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

Tanto el alcance como la dispersión de un luminario pueden determinarse fácilmente a partir del diagrama de intensidad del luminario en proyección azimutal. Este método se muestra en la figura 904 3e.

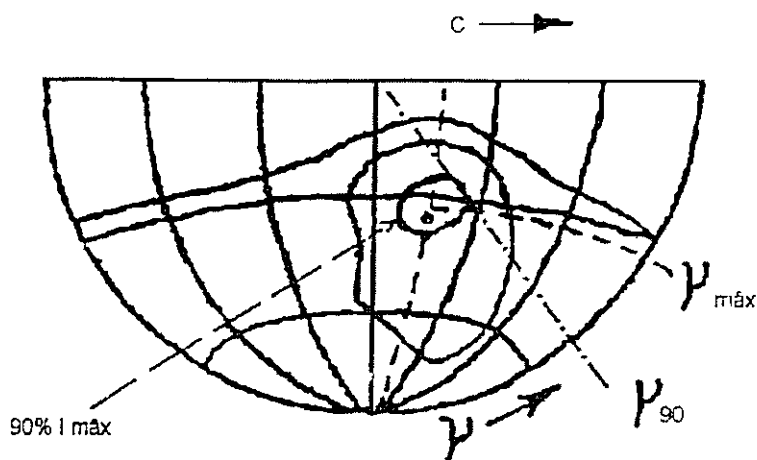


Figura 904 3e Diagrama de intensidad de luminario en proyección azimutal

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

Control

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

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

Siendo:

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

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

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

C : Factor cromático, dependiendo del tipo de lámpara:

- Sodio baja presión + 0.4
- Otros tipos 0

También para el control se definen tres grados:

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

Las definiciones anteriores se resumen en la Tabla 904.2

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

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

Cualquier tipo de luminario debe satisfacer los objetivos siguientes:

- 1- Distribuir el flujo luminoso emitido por la lámpara de tal forma que se obtenga la distribución deseada, asegurando que las lámparas mantengan las características de flujo, duración, intensidad y tensión cercanas a las características nominales
- 2- Controlar el flujo luminoso para evitar toda molestia visual a los usuarios y con esto obtener el máximo confort visual.

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 11

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

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

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

Elementos determinantes para la selección del luminario

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

a).- Técnicas.

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

b).- Ópticas

1.- Tipo y potencia de la lámpara.

2.- Distribución del flujo luminoso.

3.- Factor de utilización.

4.- Clase y comportamiento de los dispositivos ópticos

5.- Mantenimiento de las características ópticas

c).- Eléctricas y térmicas.

1.- Temperaturas de operación del balastro y lámpara.

2.- Calidad y seguridad de los contactos.

3.- Calidad del balastro y lámpara.

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

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

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

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

d).- Mecánicas

1.- Dimensiones del luminario.

2.- Calidad y tipo de materiales de construcción.

3.- Rigidez y robustez del cuerpo del luminario.

4.- Elementos de fijación

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

6.- Protección de la lámpara y accesorios.

7.- Resistencia a la corrosión y vibraciones.

e).- Operativas

1.- Fácil reemplazo de la lámpara y balastro.

2.- Facilidad de limpieza y mantenimiento

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

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

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

44 (Quinta Parte)

DIARIO OFICIAL

Lunes 10 de octubre de 1994

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

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

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

904-4. Materiales eléctricos.

Balastros

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

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

Clasificación de balastros

Balastros en atraso.

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

- Se utiliza para lámparas cuya tensión de encendido es menor que la tensión de línea.

- Normalmente es de bajo factor de potencia y si se requiere un alto factor, se agrega un capacitor en paralelo con la línea

- La corriente de encendido es mayor que la corriente nominal de operación, por lo que debe tomarse esto en cuenta para el cálculo de las protecciones del circuito.

- La tensión de extinción es alta provocando que se apague la lámpara si existen fuertes variaciones en la tensión de línea.

- Regulación. (Para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos) con una variación de $\pm 5\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 12\%$ de variación de potencia (w) de lámpara

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

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

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

- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos): con una variación de $\pm 10\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 5\%$ de potencia (W) de lámpara.

- Su corriente de encendido o arranque es menor que la corriente nominal de operación.

- Su tensión de extinción es menor que en los circuitos en atraso.

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

- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos), con una variación de $\pm 13\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 2\%$ de variación de potencia (watts) de lámpara.

- Su principal característica es que no existe conexión entre el primario y el secundario

- La ventaja que se deriva de esta condición es la seguridad del usuario.

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

Balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión.

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

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

Lunes 10 de octubre al 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) - 45

relacion a una tension nominal es necesario que el balastro compense dicho aumento en la tension de funcionamiento de la lámpara.

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

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

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

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

Dispositivos de control

Fotocontroles

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

Aplicación.

A) - Para control de una sola lámpara.

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

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

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

Controles Temporizados

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

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

904-5. Materiales mecánicos y constructivos.

Soportes

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

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

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

904-6. Consideraciones para el diseño de alumbrado público

904-6.1. Introducción

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

Las necesidades visuales del entorno a lo largo de la vialidad se describen en términos de la luminancia de pavimento, uniformidad de luminancia y el deslumbramiento producido por la fuente de luz. Así en la tabla 904.6a se indican los valores de luminancia recomendados para el diseño, así como, la uniformidad y la relación entre la luminancia promedio (L_{p0}) y la luminancia indirecta (L_v)

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

46 (Quinta Parte)

DIARIO OFICIAL

Lunes 10 de octubre de 1991

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

(a) VALORES MANTENIDOS DE LUMINANCIA

		PROMEDIO DE LUMINANCIA	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		RELACION DE DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR
CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES		$L_{(pro)}$ (cd/m ²)	$L_{pro} a$ L_{min}	$L_{max} a$ L_{min}	(MAXIMO) $L_v a L_{pro}$
AUTOPISTAS Y CARRETERAS		0.4	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	1.0	3 a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.8	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	RESIDENCIAL	0.6	3.5 a 1	6 a 1	
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	0.8	3 a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.6	3.5 a 1	6 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.4	4 a 1	8 a 1	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	0.6	6 a 1	10 a 1	
	INTERMEDIA	0.5	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.3	6 a 1	10 a 1	

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

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

Notas:

Lv = luminancia indirecta.

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

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

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 47

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Diseño de alumbrado público.

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

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

a.- Nivel de luminancia.

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

b.- Uniformidad de los niveles de luminancia.

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

Ciudad de México, octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 29

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

Zona de transición

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

Zona interior

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

TABLA 905.2. DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD DE FRENADO

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

905-3. Clasificación de túneles

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

a) - Túnel corto

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

b).- Túnel largo

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

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

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

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

905-5. Reducción de la luminancia externa de adaptación

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

905-8 Consideraciones para el diseño de iluminación.

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

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

1.- Características de volumen y velocidad del tráfico

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

2.- Luminancia externa

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

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

Luminancia externa más alta

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

Luminancia externa mínima

Figura 905.8 Factores que afectan la luminancia externa de un túnel

3.- Características del Túnel

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

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

Para túneles largos se deben considerar diferentes zonas de iluminación.

4.- Luminancia del túnel

Zona de entrada o umbral

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

Lunes 10 de octubre de 1991

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 51

TABLA 905.8 Recomendaciones de luminancia

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

* Tráfico diario anual promedio en ambas direcciones

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

Zona de transición

Requisitos durante el día

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

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

Zona interior

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

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

Requisitos durante la noche

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

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

Relación de uniformidad

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

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

CLASIFICACION DE ÁREAS Y VIALIDADES		UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		LUMINANCIA INDIRECTA (MAXIMO)	UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
		Lpro a Lmin	Lmax a Lmin	Lv a Lpro	Epro a Emin
AUTOPISTAS Y CARRETERAS VÍAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1	3 a 1
		3 a 1	5 a 1		
VÍAS PRINCIPALES	INTERMEDIA RESIDENCIAL COMERCIAL	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1	3 a 1
		3.5 a 1	6 a 1		
VÍAS SECUNDARIAS	INTERMEDIA RESIDENCIAL COMERCIAL	3 a 1	6 a 1	0.4 a 1	4 a 1
		4 a 1	8 a 1		
	INTERMEDIA RESIDENCIAL	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1	6 a 1
		6 a 1	10 a 1		

Consideraciones de mantenimiento

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

5.- Equipo eléctrico y de iluminación

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

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

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

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

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

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 53

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

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

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

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

Suministro de energía eléctrica y controles

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

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

6.- Iluminación de emergencia.

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

7.- Efecto de parpadeo

El efecto de parpadeo o efecto estroboscópico, que produce sensaciones molestas, se presenta en el interior de un túnel iluminado debido a que el luminario o parte del mismo se refleja dentro del campo de visión de los ocupantes de los vehículos. Este efecto depende de la intensidad en candelas de la fuente que incide en los ojos del observador, de la localización de la fuente en relación al campo de visión del conductor y de la frecuencia o relación a la cual fuentes de luz sucesivas aparecen con respecto al desplazamiento. En la figura 905 8.2 Se indica la relación de el número de luminarios que se observan por segundo en relación a la velocidad del vehículo. El diseñador debe evitar espaciamientos de luminarios dentro de la zona de molestia indicada, que corresponde de 5 a 10 ciclos de luminarios por segundo.

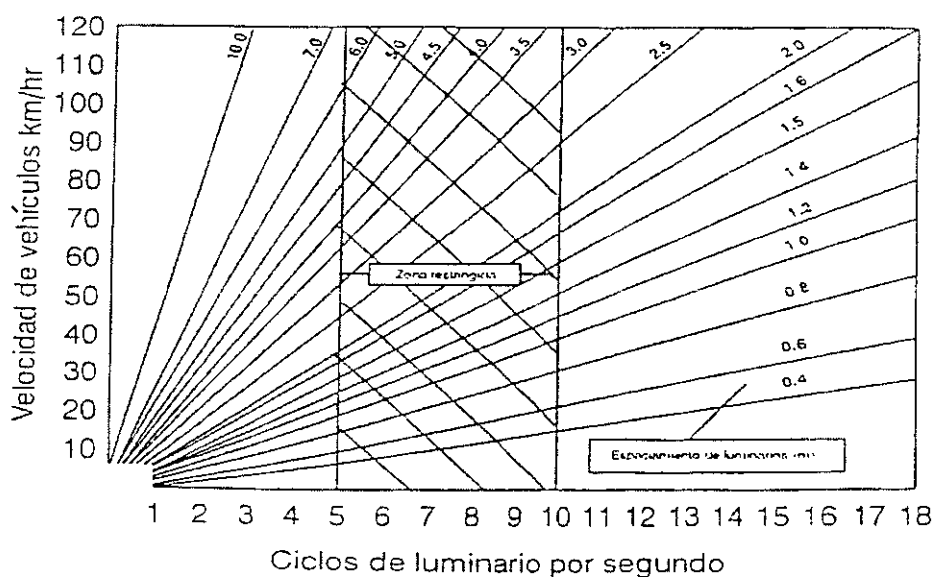


Figura 905 8.2. Efecto de parpadeo

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

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

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

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

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

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

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

Requerimientos de iluminación

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

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

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

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

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

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

- Áreas de estacionamiento (iluminancias verticales).- Los valores de iluminación vertical deberán de ser iguales a los valores de iluminación horizontal establecidos en la tabla No. 906.1 (b) a una altura de 1.5 m sobre el nivel del pavimento con el propósito de obtener una apropiada visión de objetos tales como paredes y columnas.

Calidad de iluminación

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

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

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

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

Lunes 10 de octubre de 1994

DIARIO OFICIAL

(Quinta Parte) 55

Tabla 906.1

Luminancias horizontales mantenidas requeridas para estacionamientos

(a) Estacionamientos abiertos

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

(b) Estacionamientos cubiertos.

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

* Suma de luz artificial y natural

906-2 Áreas residenciales y peatonales.

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

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

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

Requerimientos.

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

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

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

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

Nivel de iluminación

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

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

Reconocimiento facial

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

56 (Quinta Parte)

DIARIO OFICIAL

Lunes 10 de octubre de 1994

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

Seguridad

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

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

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

Control del deslumbramiento

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

Tabla 906.2

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

CAPITULO 10 TABLAS

A. Tablas

Notas a las tablas

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

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

3. Cuando en un tubo conduit se instalan niples, con una longitud no mayor de 60 cm, para conectar a cajas, gabinetes, o envolventes similares, el porcentaje de relleno en el niple pueda ser de hasta el 50% de su área de sección transversal total. El Artículo 310, Nota 8(a) de las notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V no se aplican a esta condición.

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

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

Nota.

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

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

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

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

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

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

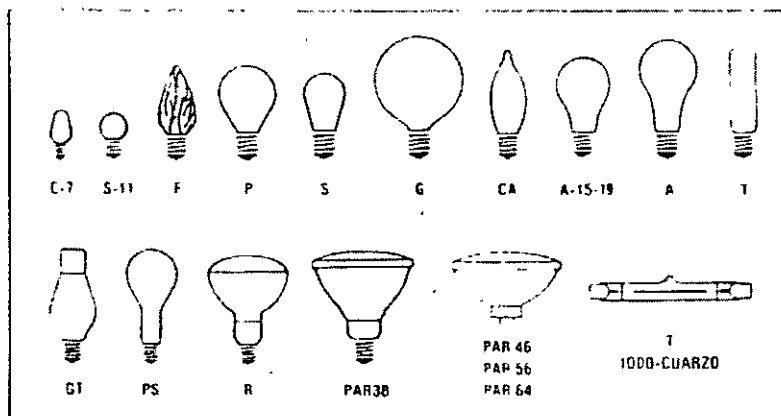
Nota 4 Cuando, para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este cálculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un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

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

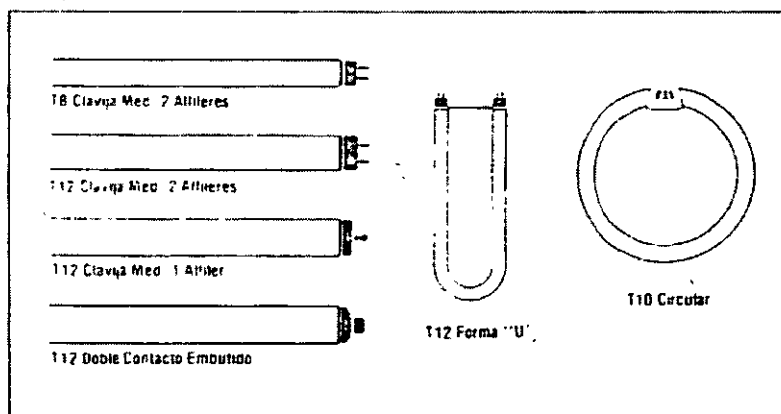
Nota 6. Un cable multiconductor de dos o más conductores debe considerarse como un solo cable para el cálculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diámetro externo del cable y con esto calcular el porcentaje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

DESIGNACIÓN DE BOMBILLAS

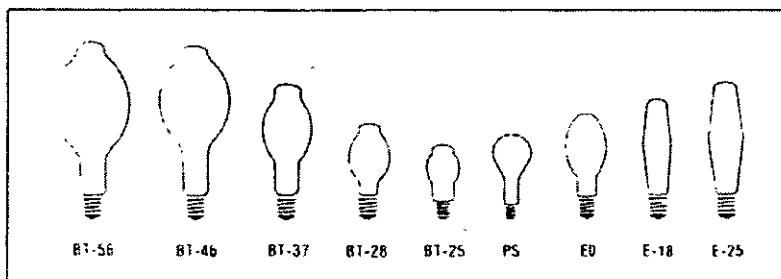
Lámparas Incandescentes



Lámparas Fluorescentes



Lámparas de Descarga de Alta Intensidad



La designación de una bombilla consiste en una sigla que indica la forma y un número que indica el diámetro máximo aproximado. La medida se refiere al diámetro más grande de la bombilla y aparece en esta lista en octavos de pulgada como en milímetros. Así, por ejemplo un bulbo S-11 tiene un diámetro de 11/8 de pulgada o 35 mm.

CM.S.	MM.S.	PULG.	OCTAVOS
1			
2			
3		1	T8
4			T12
5		2	F15
6			A19
7			
8		3	
9			
10		4	R30
11			
12		5	PAR38
13			
14		6	
15			
16			
17		7	BT56
18			
19			
20		8	PAR64
21			
22			

DATOS DE LAMPARAS INCANDESCENTES

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

DATOS DE LAMPARAS DE IODO CUARZO

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

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

EJEMPLO: PS-40 "PS" PERA CON CUELLO RECTO 40/8" DE DIAMETRO "F" FLAMA
 "S" RECTO "P" PERA "PAR" REFLECTOR PARABOLICO "CA" DECORATIVO
 "G" REDONDO "A" NORMAL "R" REFLECTOR

DATOS DE LAMPARAS DE LUZ MIXTA

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

DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

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

DATOS DE LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS

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

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

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

* BASE ARRIBA

** BASE ABAJO

BIENVENIDO

Este módulo básico de lámparas cubre la tercera categoría más importante de lámparas - las lámparas de descarga de alta intensidad (HID). Usted aprenderá lo fundamental de las lámparas HID, incluyendo...

- Como funcionan
- Cuantos tipos de lámparas están disponibles
- Sus diferencias, en cuanto a su rendimiento y beneficios

Lo más importante, este curso le dará los conocimientos básicos que le ayudarán a descubrir cual es la necesidad del cliente.

Para tomar este módulo, usted necesita este manual de trabajo y un folleto de ensayo de pruebas. Usted también necesitará una copia del Catálogo Form 9200, guía para iluminación de calidad de GE. Comuníquese con su representante GE si usted necesita una copia.

Este es un curso auto didáctico, así que puede realizarlo de acuerdo a su manera de trabajo. A través de este curso, usted se autocontrolará. Al término de este, se le solicitará completar el folleto de pruebas.

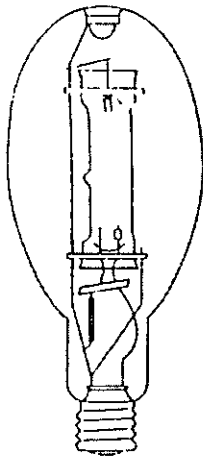
Recomendaciones

- Este manual de trabajo, probablemente le tomará un poco más de una hora para completarlo.
- El estudio adicional no es necesario. Los ejercicios «Controle Su Conocimiento» tienen más de una respuesta correcta, por ende, lea cada pregunta con mucho cuidado.
- ¡Hágalo usted mismo!, esto le ayudará a lo largo de su trayectoria

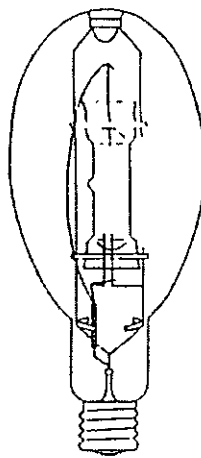
1. INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de lámparas HID, nos estamos, realmente, refiriendo a 3 tipos de lámparas distintivas:

- Mercurio, la cual GE introdujo en 1935
- Haluro Metálico, la que fue introducida por GE bajo el nombre comercial de Multi - Vapor.
- Sodio de Alta Presión, la cual GE introdujo en 1965, bajo el nombre comercial de Lucalox.



MERCURY



METAL HALIDE



HIGH PRESSURE SODIUM

Los tres tipos de lámparas se diferencian en construcción, características de operación, y otras cualidades. Entonces la pregunta es ¿Qué tienen en común?, usted lo descubrirá en las siguientes secciones.

2. CONSTRUCCIÓN BÁSICA

Todas las lámparas HID tienen «una lámpara dentro de una lámpara», como construcción, en el cual un tubo de arco está suspendido dentro de un bulbo externo. En general, estas lámparas tienen los siguientes componentes

Bulbo Externo

El bulbo externo sirve para aislar el tubo de arco del medio ambiente. Está hecho de vidrio resistente al calor y pueden ser transparentes o blancos. La capa blanca difunde (expande) la luz. En muchas lámparas de mercurio y multi - vapor, la capa contiene fósforo, el cual mejora las características de color de la lámpara.

En estas últimas, el bulbo externo es llenado con gas nitrógeno. Las lámpara Lucalox están al vacío.

Tubo de Arco

Este tubo sellado contiene los «elementos de trabajo» de la lámpara. Está hecho de cuarzo o de material cerámico translúcido. El tubo es llenado con un gas de partida (argón o zenón) y pequeñas cantidades de mercurio. En las lámparas multi vapor y Lucalox, el tubo de arco, también contiene otros metales los cuales determinan las características del rendimiento de luz.

Electrodos

Dos electrodos principales actúan como terminales del arco principal. Estos están hechos de resortes de tungsteno, los cuales pueden estar cubiertos con óxidos de tierra rara para así ayudarles a emitir electrones con más libertad.

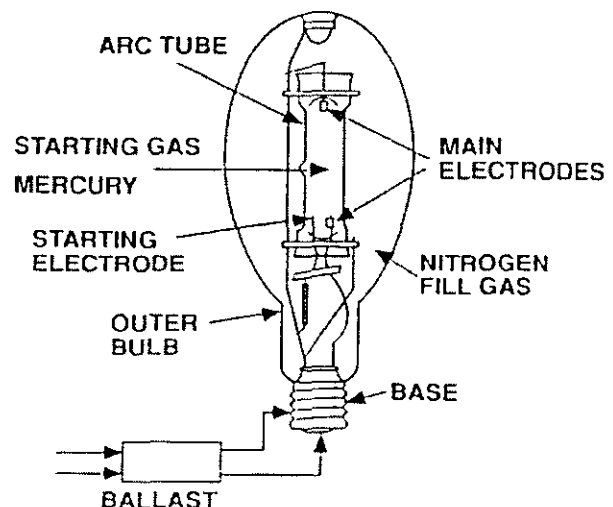
Las lámparas de mercurio y multi vapor tienen comúnmente un tercer electrodo de partida en un extremo del tubo de arco. Las lámparas Lucalox y las lámparas de haluros metálicos de bajo wattaje (MQI y Halarc) exigen un circuito especial de partida en el ballast que proporciona el voltaje adecuado para prender a la lámpara.

Casquillo

Un casquillo de metal de tipo atornillable soporta la lámpara y la conecta al circuito eléctrico. La mayoría de los casquillos de las lámparas HID son medianos o grandes y están hechos de latón o aleación níquel y cobre.

Ballast

Casi todas la lámparas HID también requieren de un ballast externo para prender la lámpara y regular la corriente. El ballast y la lámpara debe ser compatibles.



MERCURY HID LAMP

3. OPERACIÓN BÁSICA

Piense en un rayo de luz. Ahora imagínese un flash intenso de luz sustentado como un arco eléctrico continuo, esto es el principio básico que esconde cada lámpara HID.

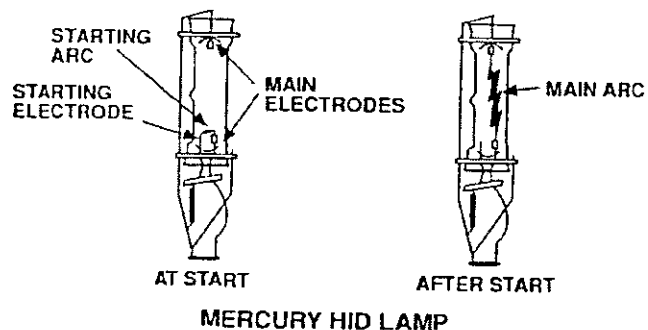
Como las fluorescentes, las lámparas HID son consideradas fuentes de luz de «descarga», esto debido a que producen luz al pasar una corriente eléctrica a través de un vapor. En las lámparas fluorescentes, sin embargo, la luz es producida por la capa de fósforo en las murallas del tubo. En las lámparas HID, la luz es producida por el arco eléctrico mismo. La descarga del arco es también operada a presiones y temperatura más altas que en las lámparas fluorescentes - por eso el nombre de «descarga de alta intensidad».

En términos simples, a continuación veremos como opera una lámpara HID:

Cuando usted prende una lámpara, un pequeño arco eléctrico se forma entre el electrodo de partida y el electrodo principal más cercano. En una lámpara Lucalox, la cual no tiene un electrodo de partida, el circuito de partida en el ballast proporciona un pulso de alto voltaje para encender el arco.

El arco eléctrico transforma el gas de partida y las partículas de metal en iones cargados eléctricamente. Cuando hay suficientes iones (en otras palabras, cuando la presión se llega a cierto nivel), el arco principal se prende entre los dos electrodos principales. El arco principal irradia la luz visible intensa que nosotros vemos.

El tiempo se retrasa cuando la presión se forma en el tubo de arco provocando la característica del periodo de precalentamiento de todas las lámparas HID. Simultáneamente, una lámpara HID no puede volver a prenderse hasta que la lámpara esté fría. Los tiempos típicos de precalentamiento y vuelta a encender para las tres gamas de lámparas HID son mostradas a continuación



CONTROLE SU CONOCIMIENTO

¿Cuál de los siguientes elementos tienen en común toda lámpara HID?

- ___ 1 - Un tubo de arco suspendido dentro de un bulbo externo
- ___ 2.- Gas de partida
- ___ 3.- Electrodo de partida
- ___ 4.- Mercurio

4. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Aunque las tres familias de lámparas HID funcionan en forma muy diferente, estas tienen las siguientes características en común:

- **Alta Eficiencia/Bajo Costo Operacional:** HID es generalmente la fuente de luz más eficiente. Y, como usted sabe, a mayor eficiencia, casi siempre, significa menor costo operacional.
- **Larga Vida:** La mayoría de las lámparas HID tienen expectativas de vida mejores que las lámparas incandescentes y similar a las lámparas fluorescentes.
- **Tamaño Compacto:** Una lámpara HID produce un rendimiento de luz alta de una fuente relativamente compacta. Como las incandescentes, es un punto de la fuente de luz, la cual permite un buen control óptico.

El capítulo siguiente muestra como las lámparas HID se comparan a las incandescentes, halógenas y fluorescentes, en términos de eficiencia y porcentaje promedio de vida. La eficiencia es medida en lúmenes por watt (LPW). El porcentaje promedio es el número de horas prendida cuando el 50% de las muestras a prueba han dejado de funcionar y aún el otro 50% está funcionando, para las lámparas HID y fluorescentes, la vida de la lámpara depende del número de horas por encendido.

TYPICAL LAMP CHARACTERISTICS		
Lamp Type	Typical LPW	Rated Ave. Life (in hours)
Incandescent	5-22	750-2000
Halogen	12-36	2000-4000
Fluorescent	75-100	12,000-20,000+
Mercury	50-60	12,000-24,000+
Multi-Vapor® metal halide	80-115	10,000-20,000
Lucalox® high pressure sodium	90-140	10,000-24,000+

La combinación de alta eficiencia y larga vida hace a las lámparas HID una fuente ideal para muchas aplicaciones tanto industriales como comerciales. Pero para elegir la mejor lámpara para una determinada aplicación, es importante entender la diferencia entre las familias de las lámparas HID. Estas diferencias son cubiertas en las siguientes secciones.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

¿Por cuál de las lámparas de tipo HID se inclina por ser la más eficiente?

- ___ 1.- Mercurio
- ___ 2.- Multi-Vapor
- ___ 3.- Lucalox

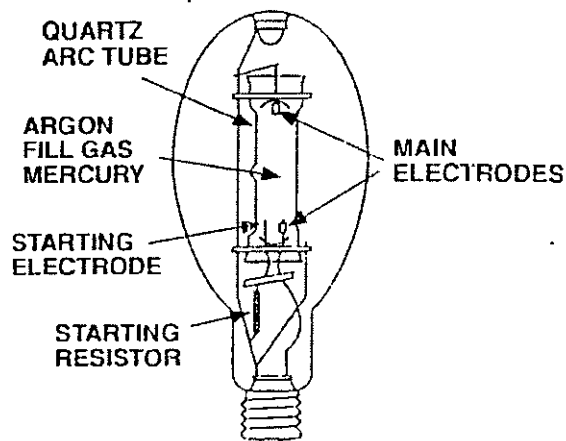
5. INTRODUCCIÓN A LAS LAMPARAS DE MERCURIO

La primera lámpara HID fue una lámpara de mercurio a alta presión, introducida en 1935 por GE. La primera generación de lámparas tuvo un éxito limitado. En la parte positiva, ofreció la eficiencia importante de luz de una fuente relativamente pequeña. Por la parte negativa, la lámpara fue de gran valor, tuvo un mantenimiento de lumen relativamente pobre, y produjo un color azul verdoso espectral. Nuevas versiones cubiertas de fósforo se introdujeron durante los años 50 y 60, sin embargo, se desarrolló enormemente el color y funcionamiento de la lámpara, haciéndola popular en instalaciones públicas e industriales.

También en los años 60 se vio el desarrollo de las lámparas de sodio de alta presión y haluro metálico. Con su color y funcionamiento superior, su popularidad creció, mientras que la popularidad de las lámparas de mercurio comenzaron a decaer.

Construcción y Operación

Las lámparas de mercurio tienen la misma construcción y operación recientemente descrita. El tubo de arco es hecho de cuarzo y llenado con argón y pequeñas cantidades de mercurio. La lámpara tiene también un resistor de partida para limitar la corriente que va al electrodo de partida.



Aplicaciones

Hoy en día, usted todavía encontrará lámparas de mercurio en algunas instalaciones industriales y comerciales, especialmente las siguientes:

- Alumbrado de calles
- Sistema de iluminación intensivo en el comercio como en la industria
- Paisajes
- Iluminaria de seguridad comercial y residencial
- Luces en estacionamientos

¿Donde es probable encontrar, hoy en día, las lámparas de mercurio?

- ___ 1.- Instalaciones residenciales
- ___ 2.- Iluminación de exteriores
- ___ 3.- Iluminación comercial

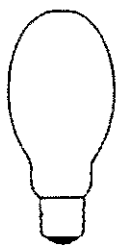
6. TIPOS DE LAMPARAS DE MERCURIO

Aunque las lámparas de mercurio han declinado en popularidad, GE continúa ofreciendo una variedad de tipos de lámparas para usar en los portalámparas existente. La mayoría de estas lámparas de encuentran bajo una de estas 3 categorías:

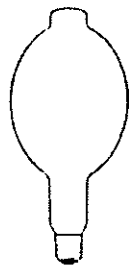
- Standard
- Saf - T- Gard
- E - Z Merc con ballast incorporado

Lámparas de Mercurio Standard

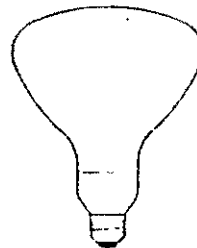
La línea standard ofrece la mayor variedad, con wattajes desde 40 a 1000 watts y un amplio rango de formas y tamaños. Las formas más comunes se muestran a continuación:



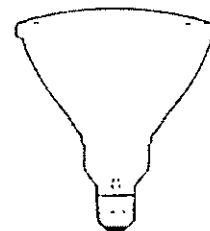
ELLIPTICAL
(E)



BULGED-TUBULAR
(B OR BT)



REFLECTOR
(R)



PARABOLIC
ALUMINIZED
REFLECTOR
(PAR)

Las terminaciones de los bulbos incluyen claro, blanco de lujo, blanco de lujo cálido.

Los códigos de identificación GE para todas las lámparas de mercurio standard comienzan con las letras «HR».

6. TIPOS DE LAMPARAS DE MERCURIO (continuación)

Lámparas de Mercurio Saf - T - Gard

Además de la luz visible, el tono del arco de una lámpara de mercurio también produce radiación ultravioleta. La cual es bloqueada por el tubo externo. Esta radiación puede ser dañina para la gente que está expuesta a ella.

Las lámparas Saf-T-Gard tienen una característica de «auto-extinción» que la protege contra exposición en el caso que el bulbo externo se quiebre o es agujereado. Si esto pasa, un filamento incandescente en la lámpara se quema y desconecta el abastecimiento eléctrico del tubo de arco. Estas lámparas están diseñadas para áreas iluminadas tales como en campos deportivos donde hay mayor probabilidad de que los bulbos se quiebren.

Las lámparas de mercurio Saf-T-Gard vienen en varios wattages y terminaciones blanco de lujo. Sus códigos de identificación comienzan con las letras «HT».

Lámparas de Mercurio E-Z Merc con Ballast incorporado

Estas lámparas están diseñadas para reemplazar a las lámparas incandescentes en los portalámparas difíciles de alcanzar. Su prolongada vida resguarda los costos de labor en el reemplazo. Como su nombre lo indica, no requieren de un ballast separado u otro equipo eléctrico auxiliar.

Los códigos de identificación para las lámparas E-Z Merc comienzan con las letras «HSB».

Para cada código de identificación de lámpara a la izquierda,

___ 1.- HSB75OR/120 6PK

___ 2.- HR400DX33

___ 3.- HT1000DX36

7. INTRODUCCION A LAS LAMPARAS MULTI-VAPOR

La investigación para un mejor color y más eficiencia de las lámparas HID, llevó a los científicos en diferentes direcciones. Un camino fue agregar una cubierta de fósforo a la lámpara de mercurio, con la introducción de las lámparas de mercurio Deluxe White y Warm Deluxe White, de GE.

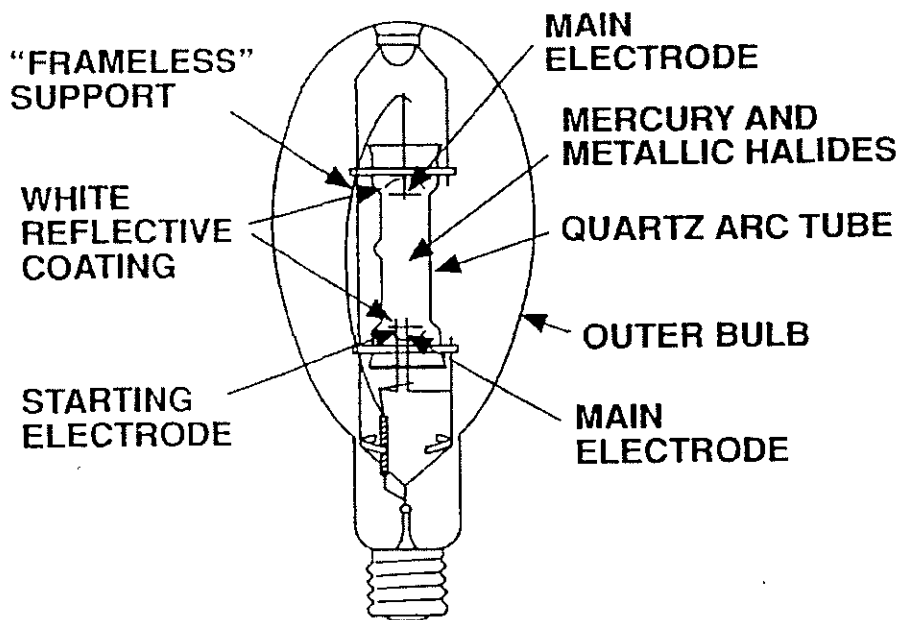
Otra vía fue añadir otros vapores metálicos al tubo de arco. El resultado fue la lámpara GE Multi-Vapor de haluros metálicos, la cual debuto en la Feria Mundial de 1964.

Esta nueva lámpara HID tenía mucho mejor color así como una significativa mejor eficiencia. En las décadas siguientes, los científicos de GE perfeccionaron el color de éstas y su funcionamiento.

Construcción y Operación

Una lámpara Multi-Vapor es básicamente una lámpara de mercurio a la cual se le han añadido haluros metálicos. Estos haluros incluyen típicamente ioduro de scandio, ioduro de sodio y otros. Los haluros metálicos determinan las características del flujo luminoso de la lámpara y da como resultado un mejor color y eficiencia.

Las lámparas Multi-Vapor además tienen otras características que las distinguen de las lámparas de mercurio. Estas incluyen un tubo de arco más pequeño, con un baño de una capa reflectora de color blanco en sus extremos.



7. INTRODUCCIÓN A LAS LÁMPARAS MULTI-VAPOR (continuación)

Características de Operación

Las siguientes son algunas de las características de operación que hacen las lámparas Multi Vapor únicas en su género, entre las distintas familias de lámparas HID.

- **Buen Color:** Ellas ofrecen el mejor color que cualquiera de los tipos de lámparas HID. Las lámparas Multi Vapor SP30 proporcionan un color más cálido que el claro o standard que cubre las lámparas Multi Vapor.
- **Buena Eficiencia:** Las lámparas Multi Vapor ofrecen 1 - 1/2 a 2 veces la eficiencia de las lámparas de mercurio.
- **Restricciones de luminaria:** Debido a que el tubo de arco opera bajo alta presión a temperaturas muy altas, también muchos tipos de lámparas exigen instalaciones internas para protegerla en caso de que el tubo de arco se rompa. El Catálogo 9200 indica los requerimientos de instalación para cada tipo de lámpara.
- **Restricciones en la Posición de Encendido:** Los cambios en la posición del encendido pueden afectar los lúmenes iniciales, lúmenes intermedios y vida de la lámpara. Típicamente, las lámparas Multi Vapor funcionan mejor cuando es encendida en posición vertical. Algunos tipos de lámparas, tales como las lámparas Multi Vapor de alto rendimiento, pueden ser encendidas en posiciones específicas, para así alcanzar el funcionamiento esperado.

Aplicaciones

Con su excelente color y buena eficiencia, las lámparas Multi Vapor son ideales para una variedad de aplicaciones comerciales e industriales. Estas aplicaciones típicas incluyen..

- Iluminación de interiores para el comercio y la industria
- Sistema de iluminación de edificios y señalización
- Iluminación de estacionamientos
- Iluminación de courts deportivos al aire libre.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

¿Cuáles de las siguientes características son «generales» de las lámparas Multi Vapor?

- ___ 1.- Mejor eficiencia que las lámparas de mercurio
- ___ 2.- Mejor color que las lámparas de mercurio y Lucalox
- ___ 3.- Tiempo de reencendido más largo que las lámparas de mercurio

8. TIPOS DE LAMPARAS MULTI-VAPOR

Las lámparas Multi-Vapor de GE se clasifican en 4 categorías principales:

- Línea Standard, o «Encendido Universal»
- Rendimiento Alto
- Intercambiables (I-Line)
- Saf-T-Gard

Lámparas Multi-Vapor Línea Standard

Las lámparas Multi Vapor de la línea standard vienen en wattajes ordenados desde 175 a 1.000 watts. Las terminaciones de los bulbos pueden ser claros o cubiertos, incluyendo versiones SP30 que dan el color más cálido que cualquier otra lámpara Multi Vapor.

Las lámparas Multi Vapor de la línea standard son también llamadas lámparas de «encendido universal», debido a que ellas pueden funcionar en cualquier posición de encendido. Sin embargo, la vida de la lámpara y el rendimiento de luz pueden variar con la posición de encendido. Donde existe una variación, el Catálogo 9200 muestra el porcentaje promedio de vida de la lámpara y lumen para las posiciones de encendido vertical y horizontal.

Los códigos de identificación para las lámparas Multi Vapor de la línea standard comienzan con las letras «MVR» e incluye la designación «/U» para indicar «encendido universal».

EJEMPLO: MVR250/U

Lámparas Multi-Vapor de Alto Rendimiento

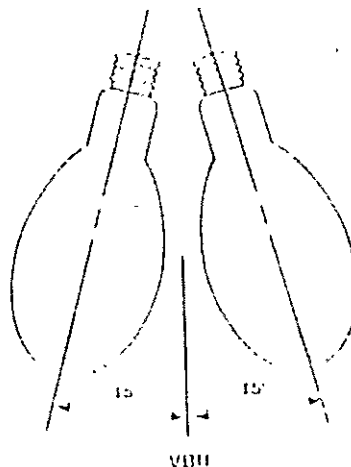
La línea de alto rendimiento GE de las lámparas Multi Vapor está diseñada para maximizar el rendimiento de luz en posiciones de encendido específicas. La mayoría de los tipos de lámparas ofrecen la misma o mayor vida en comparación con las lámparas standard, tanto como el 25% más de lúmenes iniciales. La lámpara de 1500 watt, usada principalmente para iluminaciones deportivas o en edificios, ofrecen un rendimiento luminoso muy alto aunque una vida relativamente corta (3.000 horas).

Los códigos de identificación para las lámparas Multi Vapor de alto rendimiento comienzan con las letras «MVR» e indican la posición de encendido requerida.

EJEMPLO: MVR1000/VBU

En este ejemplo, «VBU» significa que la lámpara debiera estar encendida en forma «vertical, con el casquillo hacia arriba», aproximadamente, a 15 grados.

Algunas lámparas Multi Vapor de alto rendimiento exigen una posición de encendido horizontal e incluyen las letras «HOR» en el código de identificación. Estas lámparas necesitan de un portalámparas especial grande, de posición orientado



8. TIPOS DE LAMPARAS MUTI-VAPOR (continuación)

Lámparas Multi-Vapor Intercambiables (I-Line)

Las lámparas Multi-Vapor I-Line son «intercambiables» con lámparas de mercurio de 400 a 1.000 watt. Esto quiere decir que usted puede usar estas lámparas en muchos ballast de lámpara simple para proporcionar mayor luminosidad y reducir los costos operacionales

REPLACE:	WITH:	APPROXIMATE SAVINGS:
400W mercury	325W Watt-Miser I-Line	75 watts/fixture 40% more light
400W mercury	400W I-Line	0 watts/fixture 80% more light
1000W mercury	950W I-Line	50 watts/fixture 67% more light

Las lámparas I-Line tienen la letra «I» en sus códigos de identificación.

EJEMPLO: MVR325//UWWM

La lámpara en este ejemplo es una lámpara I line economizadora de energía de 325 watt. La «/U» significa que la lámpara puede ser encendida en cualquier posición.

Lámparas Multi-Vapor Saf-T-Gard

Como las lámparas de mercurio, algunas lámparas Multi Vapor, están disponibles con una característica de «auto-extinción» para ayudar a prevenir la exposición a la radiación ultravioleta si el tubo externo se quiebra o es agujereado. Estas lámparas son usadas en aplicaciones tales como iluminación de un gimnasio donde es mucho más probable que las lámparas se quiebren.

Los códigos de identificación para estas lámparas comienzan con «MVT».

EJEMPLO: MVT400/VBU

La lámpara en este ejemplo es una lámpara Multi Vapor Saf-T-Gard, de alto rendimiento, de 400 watt que debiera ser encendida en una posición vertical con el casquillo hacia arriba.

CONSEJO DE VENTAS: Reemplace una lámpara de mercurio de 400 watt por una economizadora de watt I-Line de 325 watt, para un 40% más de luz con un 18% de ahorro en costos de energía.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

¿Cuál de las siguientes lámparas proporciona mayores lúmenes que la lámpara Multi Vapor Standard, con la misma cantidad de wattaje?

- ☐ 1.- Lámparas Multi-Vapor I-Line
- ☐ 2.- Lámparas Multi-Vapor de Encendido Universal
- ☐ 3.- Lámparas Multi-Vapor de Alto Rendimiento
- ☐ 4.- Lámparas Multi-Vapor Saf-T-Gard

9. OTRAS LAMPARAS HALURO METÁLICO

GE tiene otras líneas de productos de haluros metálicos. Estas incluyen lámparas Halarc y MQI

Lámparas Haluro Metálico Halarc

Un esfuerzo importante en el diseño de lámparas ha sido desarrollar nuevas fuentes de luz HID con un color más cálido como incandescente y menor wattaje para usar en interiores. Una solución exitosa es Halarc de GE. Estas lámparas están llegando a ser increíblemente populares en iluminación comercial.

Las lámparas Halarc ofrecen más de 4 veces la eficiencia y 5 a 10 veces la vida de las lámparas incandescentes standard. Su color cálido se combina con las lámparas incandescentes y las lámparas fluorescentes SP30/SP35.

Las lámparas Halarc están, generalmente, limitadas a posiciones de encendido vertical.

Los códigos de identificación para estas lámparas comienzan con «MXR».

EJEMPLO: MXR175/BU

La lámpara en este ejemplo es una lámpara Halarc de 175 watt que debiera ser encendida en con el casquillo posesionado hacia arriba.

Lámparas Haluros Metálicos MQI

Las lámparas MQI son lámparas de haluro metálico de doble terminación que proporcionan una fuente de luz muy compacta con excelente color. Estas son usadas en iluminación de exposiciones, luces altas y distintas aplicaciones en apliques. Ellas exigen una instalación especial con un lente de vidrio.

El código de identificación para estas lámparas comienza con «MQI».

EJEMPLO: MQI70/T6/30

La lámpara en este ejemplo es una lámpara MQI de 70 watts. El bulbo es un T-6. En otras palabras, es un bulbo de forma tubular de 3/4 pulgadas (6/8 pulgadas) de diámetro.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

¿Cuál de las siguientes es una característica positiva de las lámparas Halarc?

- ☐ 1.- Color como incandescente
- ☐ 2.- Menores wattajes
- ☐ 3.- Encendido Universal
- ☐ 4.- Alta eficiencia y larga vida.

10. INTRODUCCIÓN A LAS LAMPARAS LUCALOX

Mientras algunos científicos trabajaron para desarrollar la lámpara Multi-Vapor, otros científicos de GE estuvieron perfeccionando una tecnología diferente en HID usando vapores de sodio a temperaturas extremadamente altas. El resultado fue la muy eficiente lámpara de sodio de alta presión, la cual GE introdujo en 1965 como Lucalox.

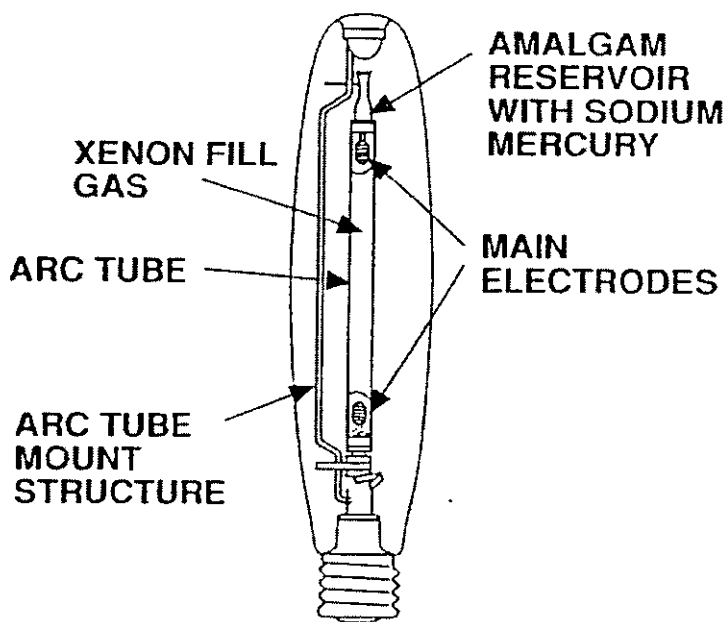
Construcción y Operación

Aunque las lámparas Lucalox tienen la construcción básica de una «lámpara dentro de una lámpara», ellas se diferencian significativamente de las lámparas de mercurio y las lámparas Multi Vapor.

La diferencia más importante es el tubo de arco. En lugar de cuarzo, el tubo está hecho de un material cerámico de óxido de aluminio translucido que puede resistir las altas temperaturas. Este material cerámico da a la lámpara su nombre - «Lucalox» - por Óxido Aluminico Translucido.

En el extremo del tubo de arco hay una «reserva de amalgama» única, la cual mantiene la mezcla de mercurio-sodio líquido en el punto más frío en el arco. La reserva ayuda a mejorar la vida de la lámpara y su consistencia en el rendimiento luminoso.

También, existen otras diferencias. Por ejemplo, en lugar de un electrodo de partida, la lámpara necesita un circuito de partida en el ballst que proporcione un impulso (pulso) de alto voltaje para hacer partir el arco.



10. INTRODUCCIÓN A LAS LAMPARAS LUCALOX (continuación)

Características de Operación

Las diferencias en el diseño de la lámpara dan a Lucalox algunas características particulares comparado con otras fuentes de luz HID

- **La Más Alta Eficacia / El Menor Costo Operacional:** Las lámparas Lucalox son más eficientes que las lámparas de mercurio o lámparas de haluros metálicos, obteniéndose un costo de operación menor
- **Mantenimiento de Lúmenes Superior:** Estas tienen el mejor mantenimiento de lúmenes de las tres categorías de lámparas HID, con el 90% de rendimiento de los lúmenes iniciales al 50% del promedio de su expectativa de vida.
- **Muy Larga Duración:** Las lámparas Lucalox tienen un porcentaje promedio de vida de 24.000 + horas. Lo que significa es que a las 24.000 horas existe en ese instante un 67% de vida de la lámpara, en lugar de el 50%. El punto de vida estimado al 50% ocurre aproximadamente a las 28.500 horas de operación.
- **Re-Encendido Breve:** Como usted observó en la sección 3, las lámparas Lucalox tienen un tiempo de reencendido más corto de los tres tipos de lámparas HID.
- **Menores Restricciones de Operación:** La lámpara puede ser encendida en cualquier posición sin afectar su funcionamiento. También, las lámparas tienden a fallar «pasivamente», así que no requieren de instalaciones internas.
- **Ejemplo del Buen Color:** Las lámparas Lucalox Standard proporcionan una luz cálida con algunos objetos coloreado plomizo de rojo y azul. Las lámparas Deluxe Lucalox dan una luz cálida, pero los colores aparecen mucho más naturales. Las lámparas Lucalox también proporcionan una color blanco como incandescente con un buen rendimiento de color.

Aplicaciones

Las lámparas Lucalox se usan en aplicaciones similares a las lámparas Multi-Vapor. Los usos típicos incluyen...

- Iluminación exterior con reflectores
- Alumbrado Público
- Luces de Seguridad
- Iluminación para Estacionamiento
- Iluminación Interior Comercial

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

Para cada descripción mostrada a continuación, ponga «MVR» si implica lámparas Multi-Vapor y «LU» si corresponde a las lámparas Lucalox:

- ___ 1.- Fuente de luz HID con el mejor color
- ___ 2.- La fuente de luz HID más eficiente
- ___ 3.- Fuente de luz HID con el mejor mantenimiento de lumen

11. TIPOS DE LAMPARAS LUCALOX

Todas las lámparas Lucalox comienzan con las letras «LU» en sus códigos de identificación. Estas vienen en una gran variedad de formas y tamaños con casquillos medios y grandes. La mayoría de los tipos de lámparas están disponibles en dos terminaciones del bulbo externo - transparente y difuso.

GE ofrece 5 productos de la línea Lucalox

- Standard Lucalox
- Standby Lucalox (reserva)
- Deluxe Lucalox (de lujo)
- E-Z Lux
- White Lucalox (blanco)

Debido al tubo de arco Lucalox, la lámpara no produce radiación ultravioleta, no existen versiones de lámparas Lucalox Saf - T - Gard.

Lámparas Lucalox Standard

La línea standard de las lámparas Lucalox ofrece una amplia variedad de wattaje, formas y tamaños. El rango de wattaje va desde 35 a 1000 watts.

Lámparas Lucalox Stanby

Muchos tipos de las lámparas Lucalox standard están también disponibles en una versión especial «Standby». Estas lámparas tienen un segundo tubo de arco. En el caso de una interrupción de energía temporal, este tubo instantáneamente proporciona una pequeña cantidad de luz cuando el poder es restaurado. Las lámparas Standby incluyen las letras «SBY» en sus códigos de identificación.

Lámparas Lucalox Deluxe

Las lámparas Lucalox Deluxe tienen un tubo de arco de diferente diseño, el cual les da a éstas un mejor color. Con su combinación de buena eficiencia, larga vida y color cálido, estas lámparas están ganando popularidad en las instalaciones realizadas en interiores, en el área comercial e industrial e instalaciones de exterior.

Comparado a las lámparas standard Lucalox, estas lámparas son menos eficientes y tienen un promedio de vida más corto.

CONSEJOS DE VENTAS: Usar lámparas Deluxe Lucalox en lugar de las lámparas incandescentes puede reducir los costos de energía por más del 50% y aumentar su duración hasta quince veces.

11. TIPOS DE LAMPARAS LUCALOX (continuación)

Lámparas E-Z Lux

Estas lámparas son diseñadas para reemplazar las lámparas de mercurio que operan en algunos ballast de mercurio. Estas lámparas producen más luz a menos watts que las lámparas de mercurio.

REEMPLAZE:	CON:	AHORRO APROXIMADO
175W mercurio	150W E-Z lux	25 watts/portalámpara 50% más de luz
250w mercurio	215W E-Z lux	35 watts/portalámpara 70% más de luz

Lámparas White Lucalox

La lámpara White Lucalox es la lámparas más moderna que se une a la familia de las Lucalox. Introducida en 1990, combina muchas de las ventajas de Lucalox con un diseño tubular muy compacto y excelente color. Las lámparas White Lucalox son menos eficientes y tienen menos vida que las standard Lucalox.

Estas lámparas están diseñadas principalmente para reemplazar la iluminación incandescente en áreas comerciales. Comparado con las lámparas halógenas, éstas son 2-1/2 veces más eficientes y tienen aproximadamente 5 veces más de vida.

CONSEJOS DE VENTA: Use lámparas Multi Vapor I-Line o E-Z Lux en lugar de lámparas de mercurio, para obtener mayor luz y menores costos operacionales.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

Verdadero o Falso

- ___ 1.- Las lámparas Deluxe Lucalox se usan, principalmente, para reemplazar a las de mercurio que operan en muchos ballast de mercurio.
- ___ 2.- Las lámparas Lucalox Standby están diseñadas para abastecer luz instantánea después de una interrupción de energía.

12. IDENTIFICACIÓN DE UNA LAMPARA HID

Como usted pudo observar recientemente, cada una de las ramas de las lámparas HID - Mercurio, Multi Vapor, Lucalox - tiene una sección separada de las listas en el Catálogo 9200. En el comienzo de cada sección, usted encontrará indicadas las precauciones de operación general, sus características principales de operación, y otras informaciones importantes sobre cada una de estas familias de lámparas.

Usar el Catálogo 9200 para identificar los tipos de lámparas HID es muy parecido a como se hace para identificar las lámparas incandescentes o fluorescentes. Dentro de cada familia, las lámparas están organizadas por tipo de lámpara. Dentro de cada tipo de lámparas, éstas están ordenadas por wattage, comenzando con las lámparas de menor wattage.

Algunas columnas son iguales a las que usted vio en las secciones de lámparas incandescentes y fluorescentes que aparecían en el Catálogo 9200. Otras columnas contienen nueva información que se relaciona específicamente a las lámparas HID.

Bulb (249)	Ordering (Code)	Description	ANSI Code Ref.	Case Qty.	Additional Information See HID footnotes Page 84	MOL In	LCL In	Rated Avg. Life Hours	Reference Lumens (Any Burn Pos)		Design Factor (210)
			Only					(*)	Int. (244)	Mean (205)	

Cada uno de los encabezados de estas columnas se describirá en las siguientes páginas.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

Rápidamente hojee las secciones del Catálogo 9200 que clasifican las lámparas Lucalox de sodio a alta presión, las Multi Vapor de Haluros Metálicos y las lámparas de mercurio. Observe el tipo de información que aparece en la sección información técnica en el comienzo de cada una. También observe como están ordenadas las lámparas dentro de cada familia de las lámparas HID.

12. IDENTIFICACIÓN DE UNA LAMPARA HID (continuación)

Bulb (249)	Ordering (Code)	Description	ANSI Code Ref. Only	Case Qty.	Additional Information See HID footnotes Page 84	MOL In.	LCL In.	Rated Avg. Life Hours (*)	Reference Lumens (Any Burn Pos.) Int. Mean (244) (205)	Design Factor (210)
---------------	--------------------	-------------	------------------------------	--------------	--	------------	------------	---------------------------------------	--	---------------------------

El Bulbo

La columna «Bulbo» registra la forma del bulbo seguido de su tamaño. Las formas comunes correspondientes al bulbo HID incluyen tubular-abultado (B o BT), elíptica (E), PAR y R.

El tamaño del bulbo es el diámetro del bulbo en su máxima dimensión en octavos de una pulgada. Por ejemplo, un bulbo «E-28» es un bulbo de forma elíptica y mide 3.1/2 pulgadas de diámetro (28/8= 3-1/2).

Código de Orden

El código de orden de una lámpara es un número de 5 dígitos que usted usará para ordenar las lámparas. Siempre use este número para asegurarse que su cliente se lleve la lámpara la lámpara correcta.

Descripción

Esta columna incluye los códigos de identificación. Este código da una variedad de información sobre la lámpara.

EJEMPLO: LU150/55/DX/D

LU : tipo o familia de la lámpara (Lucalox)
 150 : wattaje de la lámpara (150 watts)
 55 : voltaje de arco de la lámpara
 DX : tipo o color de la lámpara (Lucalox Deluxe)
 D : terminación del bulbo externo (difuso)

Los códigos de identificación varían, por ejemplo, estos pueden incluir el tipo de base de la lámpara, tal como «MED» para casquillo medio. Algunos códigos de identificación también incluyen la información de embalaje.

Para las lámparas de Mercurio y Multi Vapor, el código a menudo identifica la posición de encendido de la lámpara. Por ejemplo, «HOR» identifica la posición de encendido de la lámpara. Por ejemplo, «HOR» identifica que su posición de encendido es «horizontal». Una «U» indica que el encendido es «universal» (es decir, la lámpara puede encenderse en cualquier posición)

12. IDENTIFICACIÓN DE UNA LAMPARA HID (continuación)

Bulb (249)	Ordering (Code)	Description	ANSI Code Ref Only	Case Qty	Additional Information See HID footnotes Page 84	MOL In.	LCL In.	Rated Avg. Life Hours (*)	Reference Lumens (Any Burn Pos) Int. Mean (244) (205)	Design Factor (210)
---------------	--------------------	-------------	-----------------------------	-------------	--	------------	------------	---------------------------------------	--	---------------------------

Código ANSI Solamente de Referencia

Además de un código de identificación, muchas lámparas HID tienen también un código ANSI (Instituto Nacional Americano Standard). En ocasiones un cliente pondrá una orden de compra usando un código ANSI. Si esto pasa, usted puede usar esta columna del Catálogo 9200 como referencia recíproca para encontrar el código de orden correcto de GE.

Cantidad por Caja

Esta columna señala el número de unidades en cada caja.

Información Adicional

Esta columna describe una variedad de información, incluyendo la terminación de la lámpara y restricciones en su encendido. También puede encontrarlo en el pie de página que sigue las listas de las lámparas.

MOL y LCL

Esta columna entrega dos dimensiones adicionales además de las ya, anteriormente, mostradas, y éstas pueden ser importantes para el especificador de la iluminación. La MOL, o longitud total máxima, es la distancia, en pulgadas, entre la parte superior del bulbo y la parte inferior del casquillo. LCL, o longitud del centro de luz, es la distancia, en pulgadas, entre el centro del arco y la parte inferior del casquillo.

Porcentaje Promedio de Horas de Vida Útil

El porcentaje promedio de vida de una lámpara HID, generalmente, se refiere al número de horas de encendido cuando el 50% de un importante número de lámparas a prueba ha dejado de funcionar, y aún el otro 50% está en función, basado en 10 horas por encendido. Sin embargo, un porcentaje promedio de vida de 24.000 más significa que un 67% estimado de lámparas estará todavía funcionando a las 24.000 horas.

Muchas lámparas Multi-Vapor muestran el porcentaje promedio de vida para posición de encendido vertical y además horizontal.

12. IDENTIFICACION DE UNA LAMPARA HID (continuación)

Bulb (249)	Ordering (Code)	Description	ANSI Code Ref. Only	Case Qty	Additional Information See HID footnotes Page 84	MOL In.	LCL In.	Rated Avg. Life Hours (*)	Reference Lumens (Any Burn Pos.) Int. Mean (244) (205)	Design Factor (210)
---------------	--------------------	-------------	------------------------------	-------------	--	------------	------------	---------------------------------------	--	---------------------------

Lúmenes de Referencia

Esta columna muestra los lúmenes iniciales e intermedios «esperados». Los lúmenes «iniciales» son una medida de rendimiento luminoso después de las 100 horas de encendido. Los lúmenes «intermedios» son una medida de rendimiento luminoso al 40% del promedio de vida de la lámpara, para las lámparas Multi-Vapor y al 50% del promedio de vida es ésta para las lámparas de Mercurio y Lucalox.

En muchas de las lámparas Multi-Vapor también usted apreciará los lúmenes iniciales e intermedios para las lámparas de encendido en posiciones vertical y horizontal.

Factor de Diseño

Para algunas lámparas HID, también observará una columna «Factor Diseño». Este factor toma en cuenta los efectos del ballast típico y la instalación en el rendimiento luminoso. Para multiplicar los lúmenes iniciales por el factor de diseño, el diseñador de luz o especificador tiene una predicción más exacta en el rendimiento luminoso sobre la vida de la lámpara.

CONTROLE SU CONOCIMIENTO

Bulb (249)	Ordering (Code)	Description	ANSI Code Ref. Only	Case Qty	Additional Information See HID footnotes Page 84	MOL In.	LCL In.	Rated Avg. Life Hours (*)	Reference Lumens (Any Burn Pos.) Int. Mean (244) (205)	Design Factor (210)
---------------	--------------------	-------------	------------------------------	-------------	--	------------	------------	---------------------------------------	--	---------------------------

250 WATTS - MULTI-VAPOR LAMPS - ENCLOSED FIXTURES ONLY. Use Metal Halide Ballast

(ANSI spec. "M58")

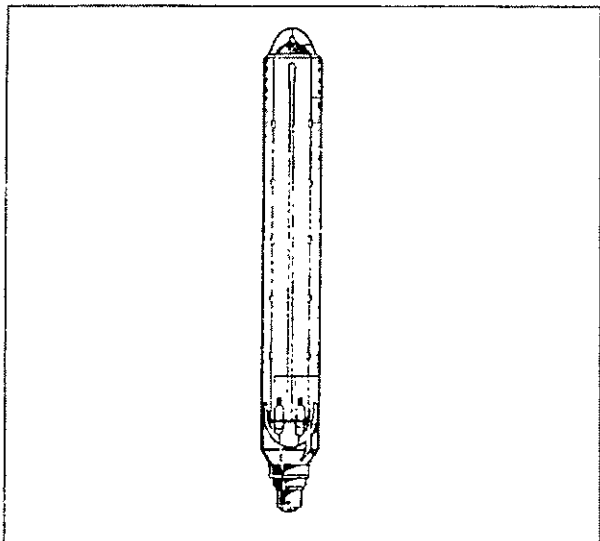
BASE: MOGUL

E-28	42729	MVR250/U	M58PG-250-U	12	CLEAR	8 1/4	5	10000	20500V 17000V 19500H 14000H	0.8
	42729	MVR250/C/U	M58PG-250-U	12	COATED	8 1/4	5	10000	20500V 17000V 19500H 13500H	0.8
	42729	MVR250/SP30/U	M58PG-250-U/SP30	12	COATED	8 1/4	5	10000	18000V 14200V 17600H 13950H	0.8

Complete la siguiente información para la lámpara con el código de orden 17633 mostrado arriba.

- 1.- Forma del bulbo _____
- 2.- Diámetro del bulbo _____
- 3.- Tipo de casquete _____
- 4.- Wattaje de la lámpara _____
- 5.- Terminación de la lámpara _____
- 6.- Color de la lámpara _____
- 7.- Posición de encendido _____

Lámparas de Descarga de Sodio Baja Presión



DEFINICION

Lámpara de descarga en vapor de sodio de baja presión.

DESCRIPCION

- Las lámparas de Sodio de Baja Presión son las más eficientes que existen en el mercado de iluminación a nivel mundial.
- El tubo de descarga, en forma de U, tiene cavidades a todo lo largo para que ahí se deposite el sodio, impidiendo que cubra internamente al vidrio, con lo que se limitaría el flujo luminoso. La descarga eléctrica entre los electrodos se establece con la ayuda de una mezcla de gases de arranque que incrementan la temperatura, haciendo que el sodio se volatilice y emita luz visible.
- El bulbo exterior está diseñado para aislar térmicamente al tubo de descarga, manteniéndolo a altas temperaturas. Está recubierto internamente por una película reflectora de calor que contribuye a la alta eficiencia de la lámpara.
- La luz emitida por las lámparas de Sodio de Alta Presión es monocromática (589 nm), de alta sensibilidad al ojo humano, prácticamente sin rendimiento ni temperatura de color.
- Para su operación requieren del uso de un balastro que proporcione las características eléctricas adecuadas.

APLICACIONES

- Por su alta eficiencia, las lámparas de Sodio de Baja Presión son la mejor alternativa para ahorro de energía y alumbrado de seguridad, donde se requieren de largos periodos de encendido sin importar la reproducción cromática de los objetos iluminados.
- Las lámparas de Sodio de Baja Presión son las de menor costo de operación que ninguna otra lámpara. De bajo consumo de energía, no producen radiación ultravioleta y generan poco calor.
- Por su luz monocromática se tiene una mayor agudeza visual y una mejor definición de contrastes; inclusive con un menor flujo luminoso se distinguen mejor los objetos. Además, prácticamente no hay brillo, evitándose deslumbramientos y su luz no atrae insectos.
- Ejemplos de aplicaciones son:

Alumbrado público	Alumbrado de carreteras
Alumbrado de seguridad	Túneles
Patios	Estacionamientos
Hoteles	Bodegas, etc.



Lámparas de Descarga de Sodio de Baja Presión.

DATOS ELECTRICOS Y TECNICOS.

(sujetos a cambios sin previo aviso)

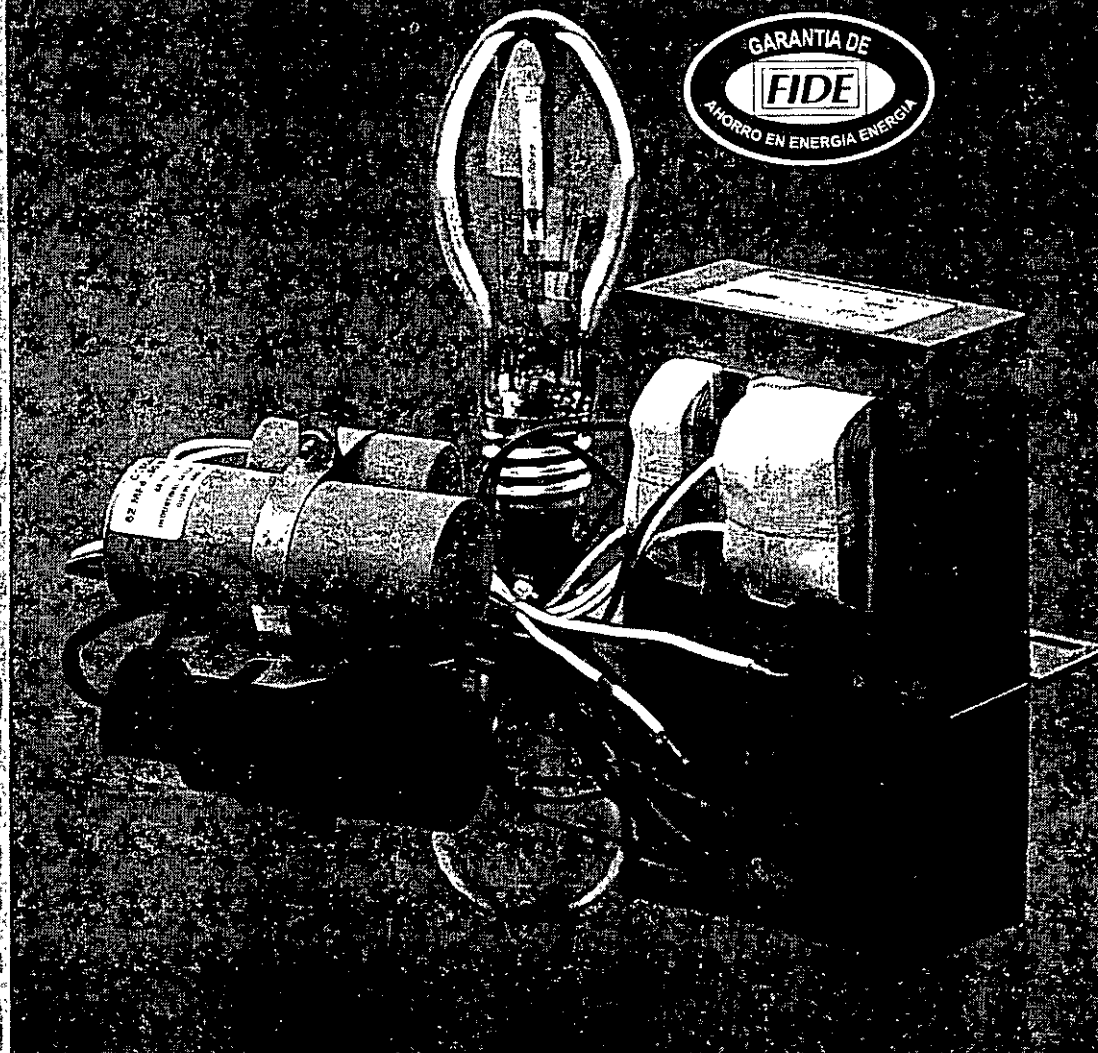
Posición de operación	
Sox 18w, 35w, 55w	Horizontal y base arriba
Sox 90w, 135w, 180w	Horizontal
Flujo luminoso al final de la vida útil	100%
Brillo	10 cd/cm ²
Índice de Rendimiento de Color	--
Temperatura de Color	1700K
Acabado del bulbo	Claro
Base	BY22
Máxima temperatura del bulbo	150 C
Máxima temperatura de la base	150 C

Clave	Descripción	Potencia Lámpara (watts)	Voltaje Lámpara (volts)	Corriente Lámpara (ampe)	Flujo luminoso (lum)	Eficiencia (lum / watt)	Balastro	Bulbo	Long. máx. (mm)	Vida útil (hrs)	Tiempo de encendido (min)	Piezas por caja
32888	SOX-E 18w	18	57	0.35	1770	98	SOX 18	T17	216	22000	15	20
32889	SOX 35w	35	70	0.60	4800	137	SOX 35	T17	310	22000	7	9
32786	SOX 55w	55	109	0.59	8000	145	SOX 55	T17	425	24000	7	9
32395	SOX 90w	90	112	0.94	13500	150	SOX 90	T21	528	24000	9	9
32883	SOX 135w	135	164	0.95	22500	167	SOX 135	T21	775	24000	9	9
32581	SOX 180w	180	240	0.91	32500	181	SOX 180	T21	1120	18000	9	9



Balastro tipo autotransformador auto-regulado, Circuito adelantado de alto factor de potencia a 60 Hz

Para una lámpara de vapor de sodio
de Alta presión



CERT No 006281



ISO 9001

SOLA BASIC®

BALASTROS Y REGULADORES

BALASTROS AUTO-REGULADOS

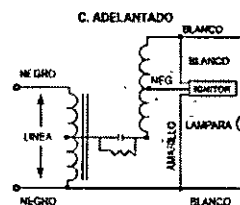
Balastro tipo autotransformador auto-regulado,

Circuito adelantado de alto factor de potencia a 60 Hz

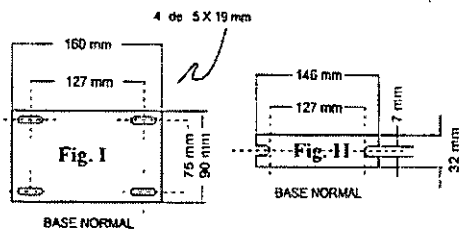
Para una lámpara de vapor de sodio de Alta presión

LAMPARA				NÚMERO DE CATALOGO	TENS. DE LINEA	CORRIENTE DE LINEA	POTENCIA DE LINEA	TENSION DE CTO. ABIERTO	DIM.	RANGO DE TEMPERATURA
TIPO	POTENCIA	VOLTS	AMPERES							
S-62	1-70	52	1.60	971-28-S-70	220	0.420	88.5	110.0	1	3.5
S-54	1-100	55	2.10	971-25-S-100	220	0.590	124.0	110.0	2	3.7
S-55	1-150	55	3.20	971-15-S-150	220	0.800	173.0	108.0	3	6.4
S-50	1-250	100	3.00	971-15-S-250	220	1.400	288.0	198.0	4	5.6
S-51	1-400	100	4.60	971-S-SO400	220	2.200	462.0	188.0	5	7.5

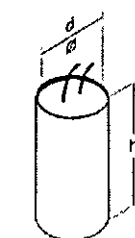
DIMENSION	NUCLEO			CAPACITOR			IGNITOR		BASE
	Rg	A (mm)	B (mm)	d (mm)	h (mm)	Cap.	Cap.	Rg	
1	A	46	85	40	93	1	1	1	II
2	B	39	78	46	93	1	1	1	II
3	C	54	97	46	116	1	1	1	I
4	C	44	86	46	93	1	1	1	I
5	C	66	110	51	114	1	1	1	I



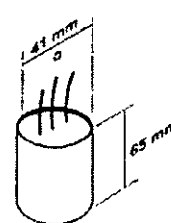
DIAGRAMA



BASES



CAPACITOR



IGNITOR

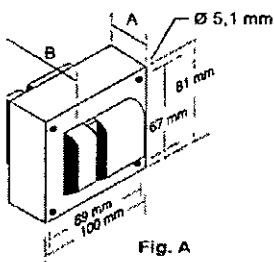


Fig. A

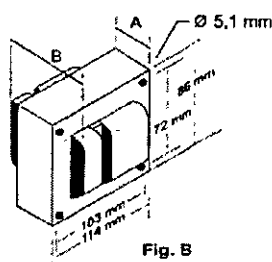


Fig. B

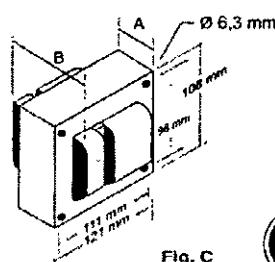


Fig. C

FIGURAS NUCLEO



APROBADOS POR EL FIDE

INDUSTRIAS SOLA BASIC S.A. DE C.V.
Calz. Javier Rojo Gómez No. 510,
Col. Leyes de Reforma 09310, México, D.F.
Tel. (01)5804 2020 Fax 5804 2020 ext. 180 y 5700 3351
Fax Balastros 5701 5985 www.isbmex.com



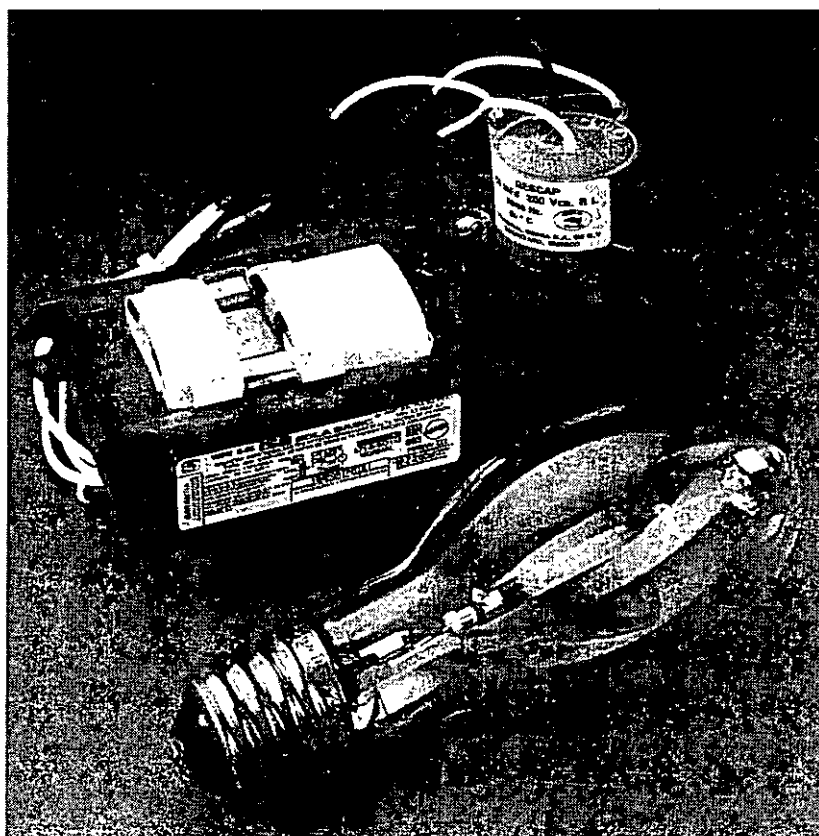
CUMPLE NORMA 058-SCFI-1994

FBAVS6PF00-1000

BALASTRO PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

TIPO AUTOTRANSFORMADOR AUTO-REGULADO ALTO FACTOR DE POTENCIA

CIRCUITO ADELANTADO



No. CERT 006281



ISO 9001

ISB SOLA BASIC®
BALASTROS Y REGULADORES

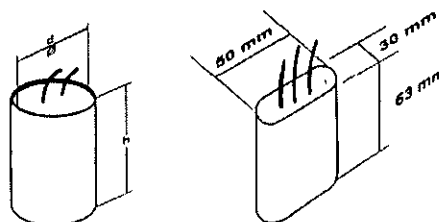
**BALASTRO PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION TIPO AUTOTRANSFORMADOR
AUTO-REGULADO ALTO FACTOR DE POTENCIA CIRCUITO ADELANTADO**

AUTOBALASTRADO										REMOTO (BOTE)				
LAMPARA				No. DE CATALOGO	TENSION DE LINEA VOLTS	CORRIENTE DE LINEA AMPERES	POTENCIA DE LINEA WATTS	TENSION DE ENC. VOLTS	DIAG. DE CONEX	DIM.	PESO APROX kg	No. DE CATALOGO	PESO APROX. kg	RECIP. BOTE No.
TIPO	WATTS	VOLTS	AMPS											
S-68	50	52	1,18	971-SO50	127	0,560	70	110	1	1	2,5	97-SO50	7,5	2
				971-S-SO50	220	0,325	70	110			2,5	97-S-SO50	7,5	
				971-N-SO50	254	0,280	70	110			2,5	97-N-SO50	7,5	
				971-T-SO50	277	0,260	70	110			2,5	97-T-SO50	7,5	
				971-D-SO50	440	0,160	70	110			2,5	97-D-SO50	7,5	
				971-SM-SO50	220/240	0,325/0,300	70	110			2	2,5	97-SM-SO50		7,5
S-62	70	52	1,60	971-SO70	127	0,765	97	110	1	2	2,75	97-SO70	7,5	2
				971-S-SO70	220	0,440	97	110			2,75	97-S-SO70	7,5	
				971-N-SO70	254	0,380	97	110			2,75	97-N-SO70	7,5	
				971-T-SO70	277	0,350	97	110			2,75	97-T-SO70	7,5	
				971-D-SO70	440	0,220	97	110			2,75	97-D-SO70	7,5	
				971-SM-SO70	220/240	0,440/0,400	97	110			2	2,75	97-SM-SO70		7,5
S-54	100	55	2,10	971-SO100	127	1,150	137	110	1	3	3,2	97-SO100	8	2
				971-S-SO100	220	0,635	137	110			3,2	97-S-SO100	8	
				971-N-SO100	254	0,530	137	110			3,2	97-N-SO100	8	
				971-T-SO100	277	0,505	137	110			3,2	97-T-SO100	8	
				971-D-SO100	440	0,315	137	110			3,2	97-D-SO100	8	
				971-SM-SO100	220/240	0,635/0,580	137	110			2	3,2	97-SM-SO100		8
S-55	150	55	3,20	971-SO150	127	1,550	186	110	1	4	3,5	97-SO150	8,5	2
				971-S-SO150	220	0,900	186	110			3,5	97-S-SO150	8,5	
				971-N-SO150	254	0,780	186	110			3,5	97-N-SO150	8,5	
				971-T-SO150	277	0,715	186	110			3,5	97-T-SO150	8,5	
				971-D-SO150	440	0,450	186	110			3,5	97-D-SO150	8,5	
				971-SM-SO150	220/240	0,900/0,825	186	110			2	3,5	97-SM-SO150		8,5
S-50	250	100	3,0	971-SO250	127	2,45	300	198	1	5	5	97-SO250	9	2
				971-S-SO250	220	1,40	300	198			5	97-S-SO250	9	
				971-N-SO250	254	1,21	300	198			5	97-N-SO250	9	
				971-T-SO250	277	1,11	300	198			5	97-T-SO250	9	
				971-D-SO250	440	0,70	300	198			5	97-D-SO250	9	
				971-SM-SO250	220/240	1,40/1,28	300	198			2	5	97-SM-SO250		9
S-51	400	100	4,60	971-SO400	127	3,81	460	198	1	6	7,5	97-SO400	15	5
				971-S-SO400	220	2,20	460	198			7,5	97-S-SO400	15	
				971-N-SO400	254	1,90	460	198			7,5	97-N-SO400	15	
				971-T-SO400	277	1,75	460	198			7,5	97-T-SO400	15	
				971-D-SO400	440	1,10	460	198			7,5	97-D-SO400	15	
				971-SM-SO400	220/240	2,20/2,00	460	198			2	7,5	97-SM-SO400		15

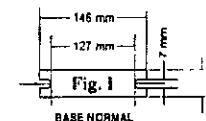
S-52	1000	250	4,70	971-SO1000	127	9,0	1100	456	1	7	12,5	97-SO1000	22,5	7
				971-S-SO1000	220	5,20	1100	456			12,5	97-S-SO1000	22,5	
				971-N-SO1000	254	4,50	1100	456			12,5	97-N-SO1000	22,5	
				971-T-SO1000	277	4,13	1100	456			12,5	97-T-SO1000	22,5	
				971-D-SO1000	440	2,60	1100	456			12,5	97-D-SO1000	22,5	
				971-SM-SO1000	220/240	5,20/4,75	1100	456	2		12,5	97-SM-SO1000	22,5	

DIMENSION	NUCLEO		CAPACITOR				BASE
	FIG.	A (mm)	B (mm)	D (mm)	H (mm)	Cant.	
1	A	32	65	38	90	1	I
2	A	35	68	38	90	1	I
3	A	47	80	38	90	1	I
4	B	38	72	50	90	1	I
5	C	44	82	47	90	1	II
6	C	67	104	50	114	1	II
7	D	96	137	63	114	1	III

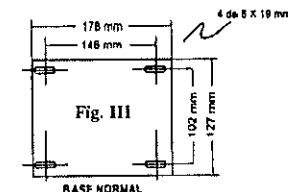
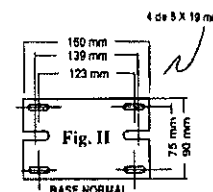
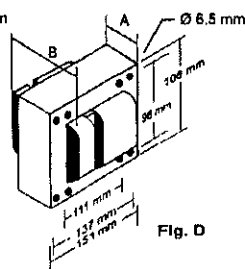
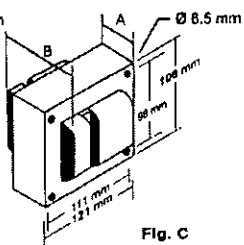
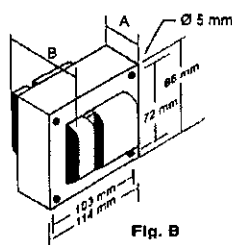
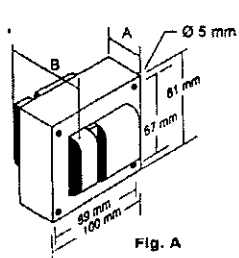
CAPACITOR



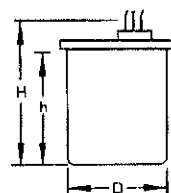
BASES



FIGURAS NUCLEO

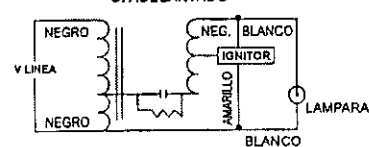


RECIPIENTE DE ALUMINIO			
BOTE No.	H (cm)	h (cm)	D Ø (cm)
2	23	18	15,2
4	23	18	18
5	28	23	18
7	35	30	18

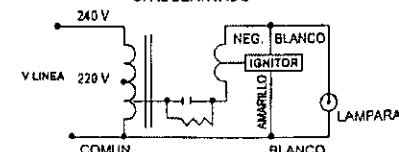


1 DIAGRAMAS 2

C. ADELANTADO



C. ADELANTADO



BALASTRO**AUTO-REGULADO TIPO AUTOTRANSFORMADOR****CIRCUITO ADELANTADO**

En este balastro se emplea una configuración especial en el circuito magnético y en el eléctrico; incluye por concepto de diseño las características de alto factor de potencia.

Consta de un ignitor que permite generar los pulsos de alta tensión que sirven para iniciar la descarga en las lámparas de vapor de sodio en alta presión.

Este balastro es uno de los más populares, ya que por sus características de diseño y construcción son capaces de rendir una operación satisfactoria desde todos los puntos de vista. Sus características son las siguientes:

VENTAJAS

- Costo inicial medio.
- Peso y tamaño medio.
- Operación a cualquier tensión nominal de línea.
- Distorsión de corriente de lámpara dentro de las normas.
- Tiene buena regulación, por lo que soporta caídas de tensión de línea durante el encendido de la lámpara.
- Con variaciones de $\pm 10\%$ en la tensión de alimentación, el balastro opera la lámpara dentro de los límites establecidos por el trapecioide.
- La corriente de línea en el encendido es menor que la de operación normal.
- Controla la corriente de lámpara, dentro de los límites de tensión de alimentación a que se diseñó el balastro. Cada lámpara requiere un valor de corriente y tensión especificados en su norma.
- La clasificación del aislamiento es clase H (180°C).

TENSION Y FRECUENCIA DE OPERACION**DE LOS BALASTROS**

Los balastros SOLA para lámparas de VAPOR DE SODIO se diseñan para operar a una tensión y frecuencia nominal; sin embargo, cada balastro debe ser capaz de operar sin dañarse dentro de ciertos límites de voltaje, alrededor de la tensión nominal de alimentación.

En el caso del balastro auto-regulado, las características de salida, corriente y potencia de lámpara, deben mantenerse dentro de los límites de tensión de alimentación que se indican enseguida:

TENSION NOMINAL	LIMITES DE TENSION DE LINEA
120 Volts	108-132 Volts
127 Volts	114-140 Volts
220 Volts	198-242 Volts
240 Volts	216-264 Volts
254 Volts	229-279 Volts
277 Volts	249-305 Volts
440 Volts	396-484 Volts
480 Volts	432-528 Volts

Si se aplica al balastro una tensión mayor o menor a la especificada, sufrirá un deterioro en sus componentes, acortando su vida o dañándose definitivamente.

Los balastros se diseñan para operar a una frecuencia de 60 Hertz. Los límites de frecuencia que pueden soportar los balastros SOLA son:

FRECUENCIA	LIMITES DE FRECUENCIA
60 Hz	54 - 66 Hz

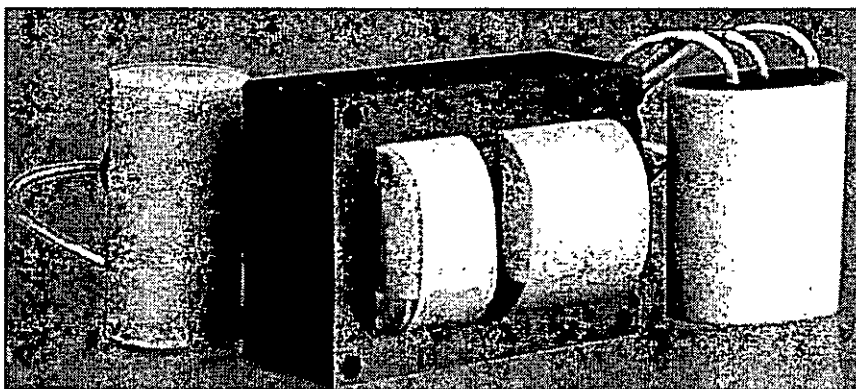
Es muy importante que el balastro opere a la frecuencia a la que fue construido.

BALASTROS

PARA LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS

TIPO AUTOTRANSFORMADOR AUTO-REGULADO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA

CIRCUITO ADELANTADO



SOLA BASIC®

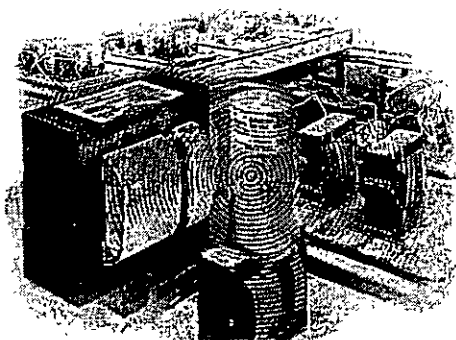
BALASTROS Y REGULADORES

BALASTROS

PARA LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS

TIPO AUTOTRANSFORMADOR AUTO-REGULADO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA

CIRCUITO ADELANTADO



SISTEMAS DE ADITIVOS METÁLICOS

Las lámparas de aditivos metálicos se parecen mucho a las lámparas de vapor de mercurio.

Los tubos de arco son casi iguales entre potencias equivalentes, pero los de aditivos metálicos además de contener mercurio, contienen ciertos halógenos de yodo y otras tierras raras, que le dan sus características de color y su alta eficiencia luminosa.

Las características eléctricas (tensión de operación y corriente) son también parecidas, sin embargo en aditivos metálicos debido a su ionización, se requiere una elevada tensión de circuito abierto para que inicie el arco a una temperatura especificada y durante el ciclo de calentamiento donde existe un periodo de baja conducción, se mantenga alta y se logre el arranque.

Para evitar posibles problemas en el arranque, se diseñó el balastro de aditivos metálicos con un entrehierro que provee un pico de alto voltaje que ayuda al encendido de la lámpara y reduce el valor eficaz de voltaje de circuito abierto, lo que disminuye el tamaño físico del balastro y alarga la vida de la lámpara.

Los balastros para lámparas de aditivos metálicos, por regla general, proveen magnífica regulación. Para cambios de tensión de $\pm 10\%$ en la línea de alimentación, la potencia de la lámpara cambiará solamente de ± 7 a 10% .

Este balastro auto-regulado adelantado, muestra las siguientes ventajas:

Alto factor de potencia, baja corriente de encendido en la línea y buena tolerancia en los cambios de tensión en la línea de alimentación.

ARACTERÍSTICAS

- Tamaño mediano del balastro
- Alto factor de potencia
- Buena regulación
- Corriente de encendido en la línea menor que la de operación normal
- Aislamientos 180°C
- Capacitores 90°C

TENSIÓN Y FRECUENCIA DE

PERACIÓN DE LOS BALASTROS

Los balastros SOLA para lámparas de Aditivos Metálicos se diseñan para operar a una tensión y frecuencia nominal; sin embargo, cada balastro debe ser capaz de operar sin dañarse dentro de ciertos límites de voltaje, alrededor de la tensión nominal de alimentación.

En el caso del balastro auto-regulado, las características de salida, corriente y potencia de lámpara, deben mantenerse dentro de los límites de tensión de alimentación que se indican enseguida:

TENSIÓN NOMINAL (Volts)	LÍMITES DE TENSIÓN DE LÍNEA (Volts)
120	108 - 132
127	114 - 140
220	198 - 242
240	216 - 264
254	229 - 279
277	249 - 305
440	396 - 484
480	432 - 528

BALASTROS

PARA LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS

TIPO AUTOTRANSFORMADOR AUTO-REGULADO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA

CIRCUITO ADELANTADO

PERDIDAS NORMALES

LAMPARA				AUTOBALASTRADO						CONTROL REMOTO (BOTE)				
Tipo	Watt (W)	Volt (V~)	Amper (A)	Catálogo	Dim.	Peso Aprox. (Kg)	Tension de Línea (V~)	Corriente de Línea (A)	Potencia de Línea (W)	Tension de Enc. (V~)	Catálogo	Diag. de Conex.	Peso Aprox. (Kg)	Recip. Bote No.
M-57	175	132	1,5	871-117	1	3,2	127	1,68	210	250	87-017	A	8,5	2
				871-S-117	1	3,2	220	0,97	210	250	87-117	A	8,5	2
				871-M-117	1	3,2	240	0,89	210	250	87-M-117	A	8,5	2
				871-SM-117	1	3,2	220/240	0,97/0,89	210	250	87-SM-117	B	8,5	2
				871-N-117	1	3,2	254	0,84	210	250	87-N-117	A	8,5	2
				871-T-117	1	3,2	277	0,77	210	250	87-T-117	A	8,5	2
				871-D-117	1	3,2	440	0,485	210	250	87-D-117	A	8,5	2
				871-DD-117	1	3,2	480	0,45	210	250	87-DD-117	A	8,5	2
M-58	250	133	2,10	871-251	2	4,5	127	2,40	287	270	87-025	A	10,7	4
				871-S-251	2	4,5	220	1,38	287	270	87-251	A	10,7	4
				871-M-251	2	4,5	240	1,27	287	270	87-M-251	A	10,7	4
				871-SM-251	2	4,5	220/240	1,38/1,27	287	270	87-SM-251	B	10,7	4
				871-N-251	2	4,5	254	1,20	287	270	87-N-251	A	10,7	4
				871-T-251	2	4,5	277	1,10	287	270	87-T-251	A	10,7	4
				871-D-251	2	4,5	440	0,69	287	270	87-D-251	A	10,7	4
				871-DD-251	2	4,5	480	0,63	287	270	87-DD-251	A	10,7	4
M-59	400	133	3,25	871-411	3	5,4	127	3,65	455	280	87-041	A	13	5
				871-S-411	3	5,4	220	2,10	455	280	87-411	A	13	5
				871-M-411	3	5,4	240	1,93	455	280	87-M-411	A	13	5
				871-SM-411	3	5,4	220/240	2,10/1,93	455	280	87-SM-411	B	13	5
				871-N-411	3	5,4	254	1,82	455	280	87-N-411	A	13	5
				871-T-411	3	5,4	277	1,67	455	280	87-T-411	A	13	5
				871-D-411	4	5,8	440	1,05	455	280	87-D-411	A	13	5
				871-DD-411	4	5,8	480	0,96	455	280	87-DD-411	A	13	5
M-47	1000	255	4,2	871-211	5	9,9	127	6,70	1085	340	87-021	A	16	7
				871-S-211	5	9,9	220	5,02	1085	340	87-211	A	16	7
				87-M-211	5	9,9	240	4,60	1085	340	87-M-211	A	16	7
				87-SM-211	5	9,4	220/240	5,02/4,60	1085	340	87-SM-211	B	16	7
				871-N-211	5	9,4	254	4,35	1085	340	87-N-211	A	16	7
				871-T-211	5	9,4	277	4,0	1085	340	87-T-211	A	16	7
				871-D-211	5	9,4	440	2,51	1085	340	87-D-211	A	16	7
				871-DD-211	5	9,9	480	2,30	1085	340	87-DD-211	A	16	7
M-48	1500	288	6,2	871-1500	6	13,5	127	12,8	1610	370	87-0150	A	23	7
				871-S-1500	6	13,5	220	7,4	1610	370	87-1500	A	23	7
				871-M-1500	6	13,5	240	6,8	1610	370	87-M-1500	A	23	7
				871-SM-1500	6	13,5	220/240	7,4/6,8	1610	370	87-SM-1500	B	23	7
				871-N-1500	6	13,5	254	6,4	1610	370	87-N-1500	A	23	7
				871-T-1500	6	13,5	277	5,9	1610	370	87-T-1500	A	23	7
				871-D-1500	5	13,5	440	3,7	1610	370	87-D-1500	A	23	7
				871-DD-1500	5	13,5	480	3,4	1610	370	87-DD-1500	A	23	7

Si se aplica al balastro una tensión mayor o menor a la especificada, sufrirá un deterioro en sus componentes, acortando su vida o dañándose definitivamente.

Los balastros se diseñan para operar a una frecuencia de 60 Hertz. Los límites de frecuencia que pueden soportar los balastros SOLA son:

FRECUENCIA 60 Hz

LÍMITES DE FRECUENCIA DE 57 A 63 Hz

Es muy importante que el balastro opere a la frecuencia a la que fue diseñado.

CIRCUITO ADELANTADO

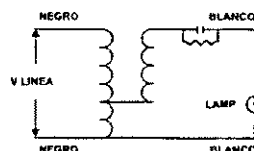


DIAGRAMA A

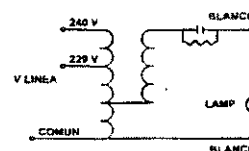


DIAGRAMA B

BALASTROS

PARA LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS

TIPO AUTOTRANSFORMADOR AUTO-REGULADO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA

CIRCUITO ADELANTADO

NUCLEOS

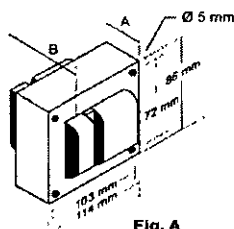


Fig. A

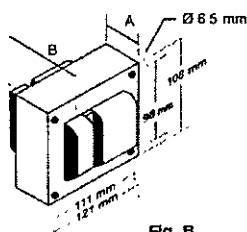


Fig. B

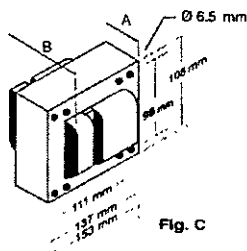
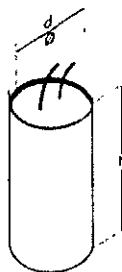


Fig. C

Dimension	NUCLEO		CAPACITOR			BASE	
	FIG.	A(mm)	B(mm)	D(mm)	H(mm)	Cant.	Fig.
1	A	39	72	35	92	1	I
2	B	39	72	38	90	1	II
3	B	48	82	44	90	1	II
4	B	51	103	44	90	1	II
5	B	71	121	47	90	1	III
6	C	104	150	67	123	1	III



CAPACITOR

BASES

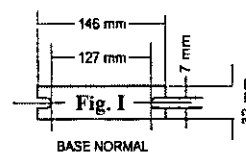


Fig. I

BASE NORMAL

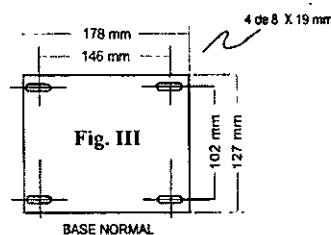


Fig. III

BASE NORMAL

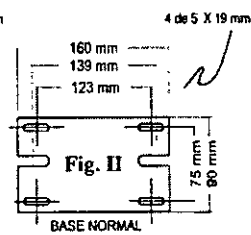
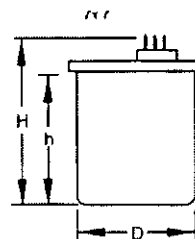


Fig. II

BASE NORMAL

RECIPIENTE DE ALUMINIO

BOTE No.	H (cm)	h (cm)	D Ø (cm)
2	23	18	15,2
4	23	18	18
5	28	23	18
7	35	30	18



NORMAS:
NOM-58 SCFI
NMX-J-230-ANCE

VIGENTE
VIGENTE

REGISTRO:
SISTEMA DE CALIDAD CERTIFICADO
DE ACUERDO A NORMAS ISO 9001



ISB SOLA BASIC

BALASTROS Y REGULADORES

CBAM03-0502

BALASTRO TIPO REACTOR SERIE PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION DE ALTO FACTOR DE POTENCIA 50 HZ

CONTROL REMOTO, TIPO INTEMPERIE (EN BOTE)

AUTOBALASTRADO

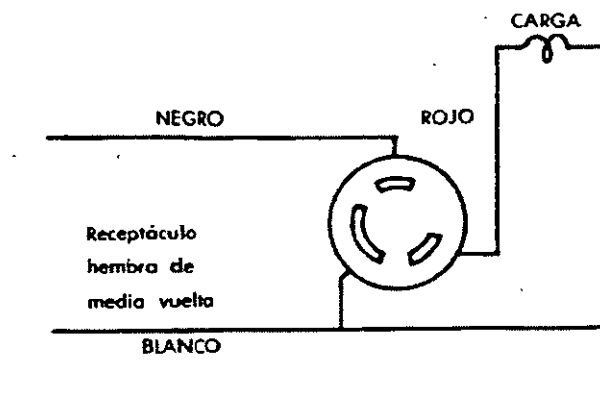
LAMPARA				Número de Catálogo del Balastro	Tensión de Línea (Volts)	Corriente de Línea (Amps)	Watts de Línea	Tensión de enc. (Volts)	Circuito	Diag de conex	Peso aprox en Kg	Recip bote No.	Número de Catálogo del Balastro	Dim.	Peso aprox. en Kg
Tipo	Watts	Volts	Amps.												
S-76	1-35	52	0.83	41-A-SO35B	127	0.83	45	110	SERIE	A	5.0	2	41-A-SO35	1	1.0
S-68	1-50	52	1.18	41-A-SO50B	127	1.18	60	110	SERIE	A	4.5	2	41-A-SO50	2	1.0
S-62	1-70	52	1.60	41-A-SO70B	127	1.60	95	110	SERIE	A	4.5	2	41-A-SO70	3	1.3
S-54	1-100	55	2.10	41-A-SO100B	127	2.10	125	110	SERIE	A	4.5	2	41-A-SO100	4	1.8
S-55	1-150	55	3.20	41-A-SO150B	127	3.20	180	110	SERIE	A	6.5	2	41-A-SO150	5	2.5
S-56	1-150	100	1.80	42-A-SO150B	220	1.80	180	198	SERIE	A	6.5	2	42-A-SO150	5	2.7
				43-A-SO150B	254	1.80	180	198	SERIE	A	6.5	2	43-A-SO150	5	2.7
S-50	1-250	100	3.00	42-A-SO250B	220	3.00	280	198	SERIE	A	7.0	2	42-A-SO250	6	3.2
				43-A-SO250B	254	3.00	280	198	SERIE	A	7.0	2	43-A-SO250	6	3.2
S-51	1-400	101	4.65	42-A-SO400B	220	4.6	440	198	SERIE	A	8.0	2	42-A-SO400	7	4.2
				43-A-SO400B	254	4.6	440	198	SERIE	A	8.0	2	43-A-SO400	8	4.2

BALASTRO TIPO REACTOR SERIE PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION DE ALTO FACTOR DE POTENCIA 50 HZ

S-68	1-50	52	0.83	51-A-SO50B	127	0.51	62	110	SERIE	B	5.0	2	51-A-SO50	2	1.0
S-62	1-70	52	1.60	51-A-SO70B	127	0.80	95	110	SERIE	B	5.0	2	51-A-SO70	3	2.0
S-54	1-100	55	2.10	51-A-SO100B	127	1.06	125	110	SERIE	B	5.0	2	51-A-SO100	4	2.5
S-55	1-150	55	3.20	51-A-SO150B	127	1.52	180	110	SERIE	B	7.0	2	51-A-SO150	5	3.5
S-56	1-150	100	1.80	52-A-SO150B	220	0.88	180	198	SERIE	B	7.0	2	52-A-SO150	5	3.5
				53-A-SO150B	254	0.76	180	198	SERIE	B	7.0	2	53-A-SO150	5	3.5
S-50	1-250	100	3.00	52-A-SO250B	220	1.47	280	198	SERIE	B	7.5	2	52-A-SO250	6	4.1
				53-A-SO250B	254	1.27	280	198	SERIE	B	7.5	2	53-A-SO250	6	4.1
S-51	1-400	101	4.65	52-A-SO400B	220	2.15	440	198	SERIE	B	8.5	2	52-A-SO400	7	5.3
				53-A-SO400B	254	1.86	440	198	SERIE	B	8.5	2	53-A-SO400	8	5.3

BALASTRO PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION, ALTO FACTOR DE POTENCIA TIPO AUTORREGULADO 50 HZ

S-68	1-50	52	1.18	97-SO50	127	0.560	70	110	ADEL AIS	C	6.5	2	971-SO50	9	3.7
				97-S-SO50	220	0.325	70	110	ADEL AIS	C	6.5	2	971-S-SO50	9	3.7
				97-N-SO50	254	0.280	70	110	ADEL AIS	C	6.5	2	971-N-SO50	9	3.7
				97-T-SO50	277	0.260	70	110	ADEL AIS	C	6.5	2	971-T-SO50	9	3.7
				97-D-SO50	440	0.180	70	110	ADEL AIS	C	6.5	2	971-D-SO50	9	3.7
				97-DD-SO50	480	0.150	70	110	ADEL AIS	C	6.5	2	971-DD-SO50	9	3.7
S-62	1-70	52	1.60	97-SO70	127	0.765	97	110	ADEL AIS	C	7.0	2	971-SO70	10	3.7
				97-S-SO70	220	0.44	97	110	ADEL AIS	C	7.0	2	971-S-SO70	10	3.7
				97-N-SO70	254	0.38	97	110	ADEL AIS	C	7.0	2	971-N-SO70	10	3.7
				97-T-SO70	277	0.35	97	110	ADEL AIS	C	7.0	2	971-T-SO70	10	3.7
				97-D-SO70	440	0.22	97	110	ADEL AIS	C	7.0	2	971-D-SO70	10	3.7
				97-DD-SO70	480	0.200	97	110	ADEL AIS	C	7.0	2	971-DD-SO70	10	3.7
S-54	1-100	55	2.10	97-SO100	127	1.15	137	110	ADEL AIS	C	8.0	2	971-SO100	11	4.8
				97-S-SO100	220	0.635	137	110	ADEL AIS	C	8.0	2	971-S-SO100	11	4.8
				97-N-SO100	254	0.530	137	110	ADEL AIS	C	8.0	2	971-N-SO100	11	4.8
				97-T-SO100	277	0.505	137	110	ADEL AIS	C	8.0	2	971-T-SO100	11	4.8
				97-D-SO100	440	0.315	137	110	ADEL AIS	C	8.0	2	971-D-SO100	11	4.8
				97-DD-SO100	480	0.290	137	110	ADEL AIS	C	8.0	2	971-DD-SO100	11	4.8
S-55	1-150	55	3.20	97-SO150	127	1.55	186	110	ADELANT	E	8.5	2	971-SO150	12	4.5
				97-S-SO150	220	0.900	186	110	ADELANT	E	8.5	2	971-S-SO150	12	4.5
				97-N-SO150	254	0.780	186	110	ADELANT	E	8.5	2	971-N-SO150	12	4.5
				97-T-SO150	277	0.715	186	110	ADELANT	E	8.5	2	971-T-SO150	12	4.5
				97-D-SO150	440	0.450	186	110	ADELANT	E	8.5	2	971-D-SO150	12	4.5
				97-DD-SO150	480	0.410	186	110	ADELANT	E	8.5	2	971-DD-SO150	12	4.5
S-56	1-150	100	1.80	100-97-SO150	127	1.55	186	198	ADELANT	E	9.0	2	100-971-SO150	12	6.6
				100-97-S-SO150	220	0.900	186	198	ADELANT	E	9.0	2	100-971-S-SO150	12	6.6
				100-97-N-SO150	254	0.780	186	198	ADELANT	E	9.0	2	100-971-N-SO150	12	6.6
				100-97-T-SO150	277	0.715	186	198	ADELANT	E	9.0	2	100-971-T-SO150	12	6.6
				100-97-D-SO150	440	0.450	186	198	ADELANT	E	9.0	2	100-971-D-SO150	12	6.6
				100-97-DD-SO150	480	0.410	186	198	ADELANT	E	9.0	2	100-971-DD-SO150	12	6.6
S-50	1-250	100	3.00	97-SO250	127	2.45	300	198	ADELANT	E	11.5	4	971-SO250	13	5.50
				97-S-SO250	220	1.40	300	198	ADELANT	E	11.5	4	971-S-SO250	13	5.50
				97-N-SO250	254	1.21	300	198	ADELANT	E	11.5	4	971-N-SO250	13	5.50
				97-T-SO250	277	1.11	300	198	ADELANT	E	11.5	4	971-T-SO250	13	5.50
				97-D-SO250	440	0.70	300	198	ADELANT	E	11.5	4	971-D-SO250	13	5.50
				97-DD-SO250	480	0.64	300	198	ADELANT	E	11.5	4	971-DD-SO250	13	5.50
S-51	1-400	101	4.65	97-SO400	127	3.81	460	198	ADELANT	E	15.0	5	971-SO400	14	7.500
				97-S-SO400	220	2.20	460	198	ADELANT	E	15.0	5	971-S-SO400	14	7.500
				97-N-SO400	254	1.90	460	198	ADELANT	E	15.0	5	971-N-SO400	14	7.500
				97-T-SO400	277	1.75	460	198	ADELANT	E	15.0	5	971-T-SO400	14	7.500
				97-D-SO400	440	1.10	460	198	ADELANT	E	15.0	5	971-D-SO400	14	7.500
				97-DD-SO400	480	1.00	460	198	ADELANT	E	15.0	5	971-DD-SO400	14	7.500
S-52	1-1000	250	4.70	97-SO1000	127	9.00	1100	456	ADELANT	E	24.0	7	971-SO1000	15	17.0
				97-S-SO1000	220	5.20	1100	456	ADELANT	E	24.0	7	971-S-SO1000	15	17.0
				97-N-SO1000	254	4.50	1100	456	ADELANT	E	24.0	7	971-N-SO1000	15	17.0
				97-T-SO1000	277	4.13	1100	456	ADELANT	E	24.0	7	971-T-SO1000	15	17.0
				97-D-SO1000	440	2.60	1100	456	ADELANT	E	24.0	7	971-D-SO1000	15	17.0
				97-DD-SO1000	480	2.40	1100	456	ADELANT	E	24.0	7	971-DD-SO1000	15	17.0
	1-1000	110	10.30	110-97-SO1000	127	9.00	1100	200	ADELANT	E	24.0	7	110-971-SO1000	15	17.0
				110-97-S-SO1000	220	5.20	1100	200	ADELANT	E	24.0	7	110-971-S-SO1000	15	17.0
				110-97-N-SO1000	254	4.50	1100	200	ADELANT	E	24.0	7	110-971-N-SO1000	15	17.0
				110-97-T-SO1000	277	4.13	1100	200	ADELANT	E	24.0	7	110-971-T-SO1000	15	17.0
				110-97-D-SO1000	440	2.60	1100	200	ADELANT	E	24.0	7	110-971-D-SO1000	15	17.0
				110-97-DD-SO1000	480	2.40	1100	200	ADELANT	E	24.0	7	110-971-DD-SO1000	15	17.0

CONTEESA ELECTRONICA, S. A. DE C. V.**DIAGRAMA BASICO****FOTOCONTROLES Y FOTOCELDAS****INSTRUCCIONES DE MONTAJE**

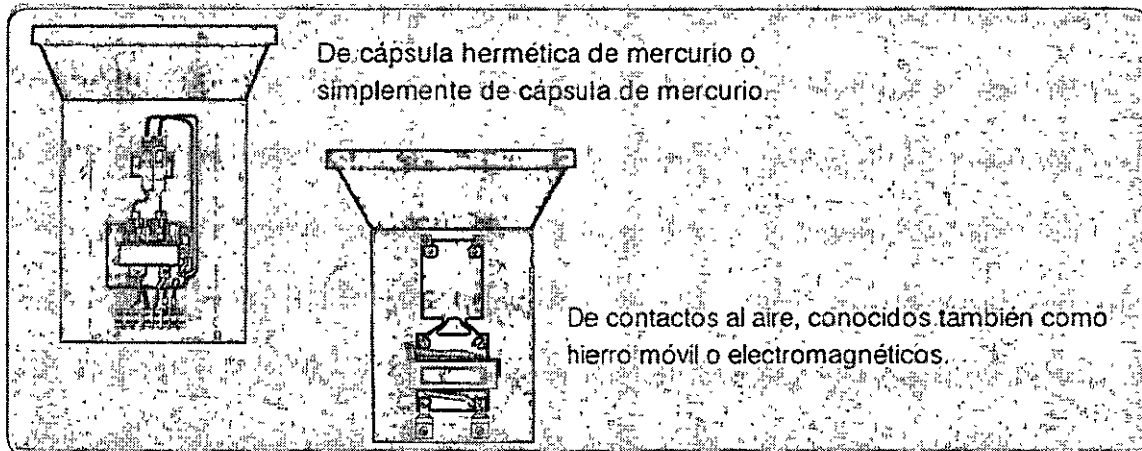
Todos los fotocontroladores marca CONTEESA, cuentan con retardo de tiempo, por esta razón el fotocontrol operara inmediatamente que es energizado. Después de un corto intervalo de tiempo, la carga lumínica operara el control abriendo los contactos todo el tiempo durante las horas de luz de día para reenergizar en control; para pruebas con luz de día, cúbrase la celda, debido al retardo de tiempo del fotocontrol en la respuesta, esta quedará energizada en un tiempo mínimo de un minuto.

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

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

B. COMBINACION DE INTERRUPTOR-CONTACTOR DE ALUMBRADO PÚBLICO

Existen 2 tipos de interruptor-contacto:



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

CARACTERISTICAS

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

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

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

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

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

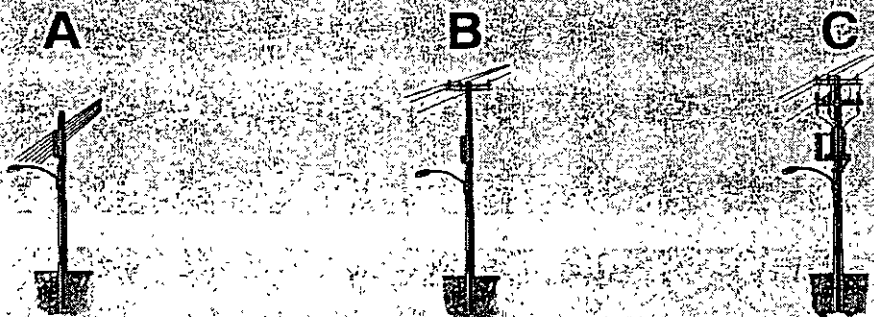
Se recomienda que el tipo de caja a utilizar en el interruptor-contacto sea el tipo Nema 3R o Nema 4R (a prueba de lluvia).

POSTES Y BRAZOS (MENSULAS) PARA ALUMBRADO

POSTES

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

Las alternativas que se presentan comúnmente son:



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

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

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

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

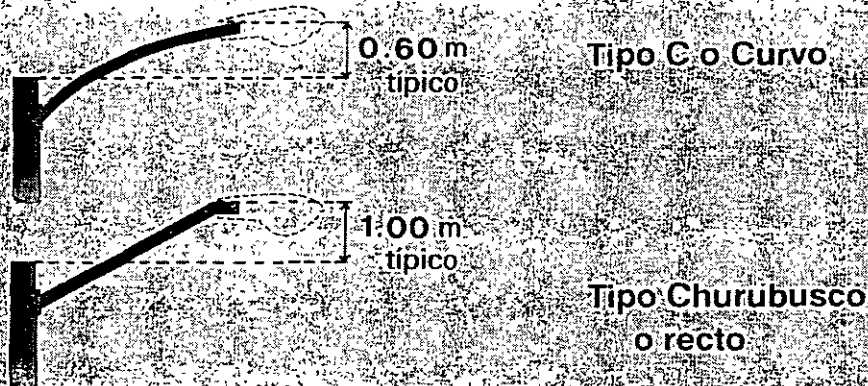
COPIA DE

FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA DEL SECTOR ELÉCTRICO

POSTES Y BRAZOS (MENSULAS) PARA ALUMBRADO

BRAZOS O MENSULAS

Los brazos son metálicos y los más adecuados son:



Las longitudes típicas son de:

1.20m
1.80m
2.40m

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

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

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

3.2 RADIO E INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR VARIEDAD O TIPO DE LUMINARIAS

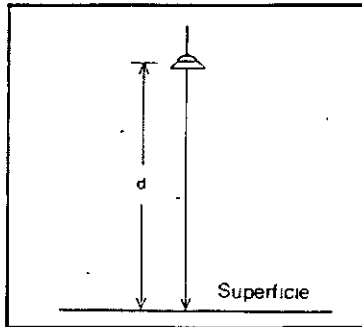
Método de Punto-por-Punto
(Para Alto Montaje ver paso 3, pág. 48).

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

Figura 3/Métodos de Medición

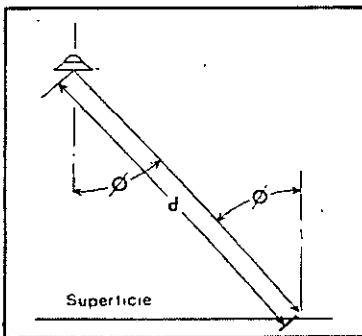
Fórmula "A"

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



Fórmula "B"

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



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

EJEMPLO: (Punto-por-Punto)

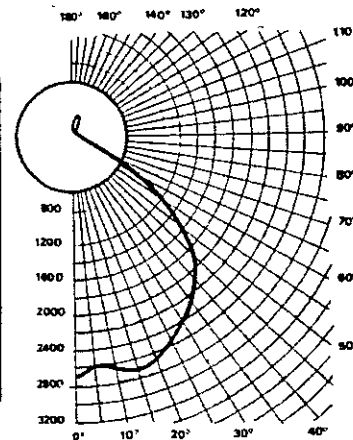
No. 1 Determine el valor en luxes a nivel del piso y en posición cenital de un luminario LBM para lámpara de vapor de Mercurio de 175 watts haz medio. La altura de montaje sobre el piso es de 3.66 m (12')

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

Figura 4/Curva de Distribución Luminosa

Luminario LBM17VW02S1

Luminario Autobalastado de 175 watts Vapor Mercurio con reflector haz medio



Ángulo Zona Media (Grados)	Bujías	Zona	Lumens
0	2723	0-10	254
5	2672	10-20	785
15	2800	20-30	1213
25	2620	30-40	1459
35	2323	40-50	1434
45	1853	50-60	867
55	966	60-70	236
65	238	70-80	61
75	58	80-90	67
85	62	90-100	98
90	75	100-110	115
95	89	110-120	106
105	109	120-130	65
115	106	130-140	22
125	72	140-150	4
135	21	150-160	3
145	7	160-170	2
155	7	Total	6801
165	7		

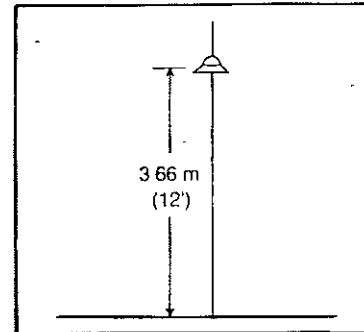
Tabulación

Zona Grados	Lumens	% Total Lumens
0-30	2262	26.6
0-60	6022	70.8
0-90	6386	75.1
90-180	415	4.9
0-180	6801	80.0

Figura 5

Problema No. 1 Usar fórmula "A"

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

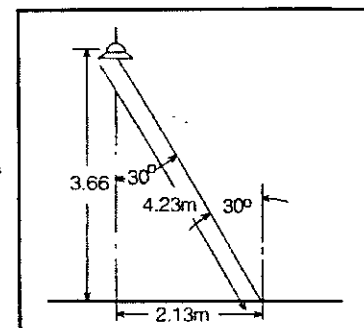


$$\text{Luxes} = \frac{2723}{(3.66)^2} = 203$$

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

Problema No. 2 Usar fórmula "B".

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



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

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

$$\text{Luxes} = 116$$

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

Iluminación de Exteriores

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

1

Determine el nivel de iluminación

3

Seleccione el tipo de reflector

2

Seleccione el tipo de lámpara

4

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

1

Determinación del nivel de iluminación

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

AREA POR ILUMINAR

NIVEL DE ILUMINACION

LUXES

Aeropuertos

PROMEDIO

MINIMO

Acceso a los Hangares
Áreas de mantenimiento

10
5

5
2.5

VENTA DE AUTOMOVILES

HILERA FRONTAL

AREA RESTANTE

Zonas de mucha competencia
Zonas sin competencia

500 - 1000
200 - 100

250 - 500
100 - 50

AREA CIRCUNDANTE

FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS

ILUMINADA

OBSCURA

Superficies claras
" medianas
" oscuras
" muy oscuras

150
200
300
500

50
100
150
200

AREAS DE CONSTRUCCIONES

General
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
Periodos de encendido largos (Más de 1000 horas al año)	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	
Periodos de encendido cortos (Menos de 1000 horas al año)	Buena	Buena	Buena	Buena	Regular	Buena
Definición de color	Buena	Muy Buena	Regular	Buena	Regular	Regular
Consideraciones de lugar de montaje*	Regular	Regular	Buena	Buena	Regular	Buena
Control de haz luminoso	Muy Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Pobre	Regular
Proyección de Gran Alcance (Haz angosto)	La Mejor	Regular	Regular	Regular	Pobre	Regular
Operación en ambiente de baja temperatura	Muy Buena	Muy Buena	Buena	Buena	Regular	Buena
Proyección de Mediano Alcance	Buena	Buena	Buena	Buena	Regular	Buena

* Condiciones difíciles o costosas para cambio de lámparas y mantenimiento

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

3

Selección del Reflector o Luminario

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

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

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

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

Instalación y Condiciones de Operación

Para lámparas de descarga gaseosa

Para lámparas incandescentes

Áreas Industriales:

MVR

Áreas Deportivas y Recreativas

GAL (PROFILE) - MVF

QB

Instalaciones Provisionales

MVF

QB

Adaptable a la Arquitectura Actual

GAL (PROFILE)

Peso ligero

MVF

QB

Condiciones Atmosféricas — Severas
o Corrosivas

MVR-

QB

Uso rudo

MVR-

QB

Distribución del haz luminoso bien
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:

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:

$0.64 \times 21000 = 13400$ 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.; encuéntrase 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".

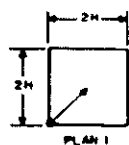


Fig. 4

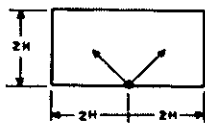


Fig. 5

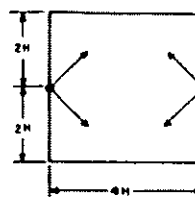


Fig. 6

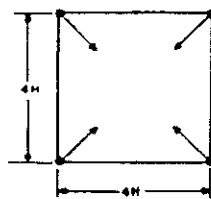


Fig. 7

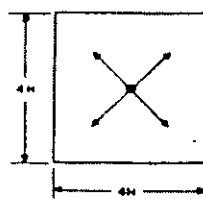


Fig. 8

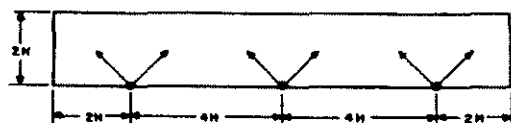


Fig. 9

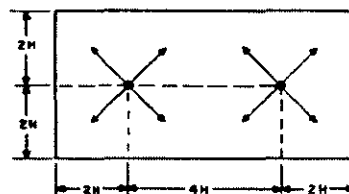


Fig. 10

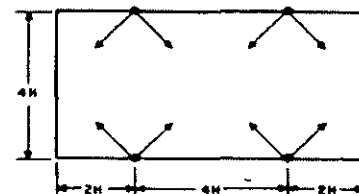


Fig. 11

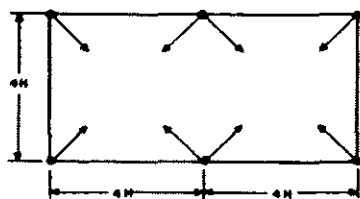


Fig. 12

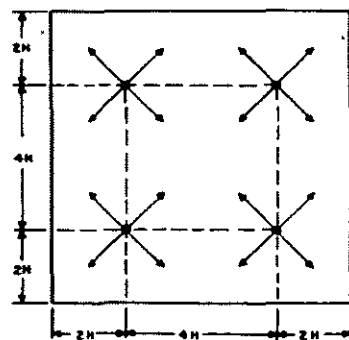


Fig. 13

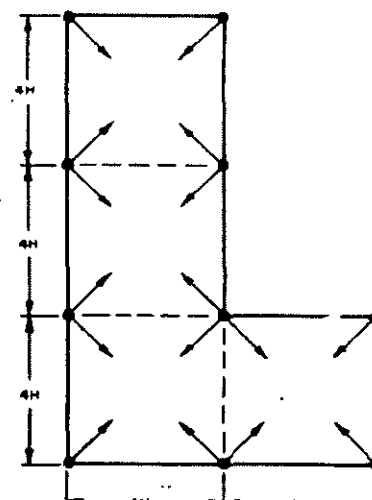


Fig. 14

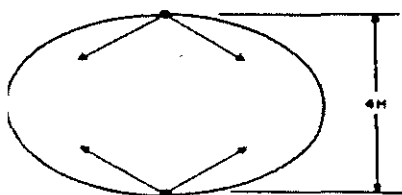


Fig. 15

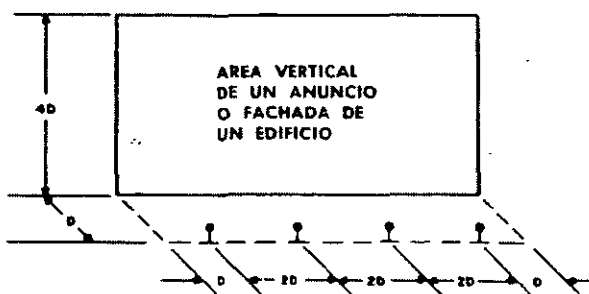


Fig. 16

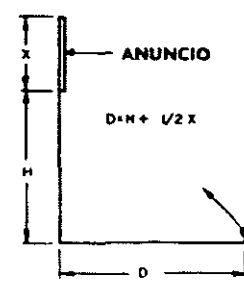


Fig. 17

ALUMBRADO PÚBLICO

Método para calcular iluminancias en alumbrado público

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

Cálculo de la Iluminación Media

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

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

La expresión básica de cálculo es:

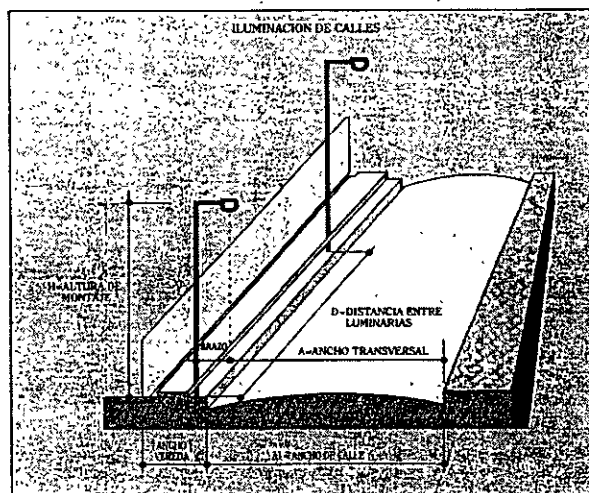
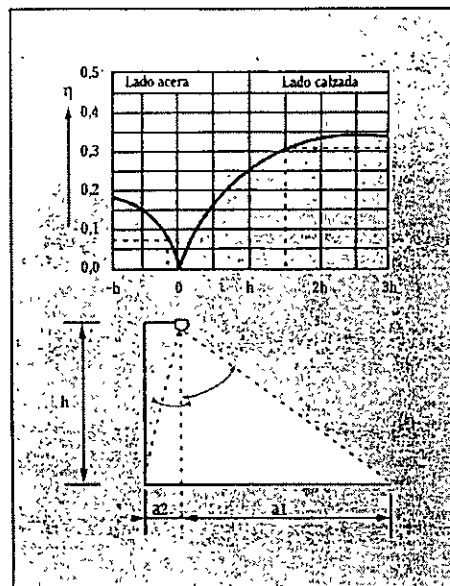
$$E = \frac{F \times CU}{D \times A} \text{ lux}$$

o bien:

$$E = \frac{F \times CU}{D \times A} \text{ lux}$$

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

$$E = \frac{F \times CU \times F_m}{D \times A} \text{ lux}$$



Donde:

E = Iluminación, en lux

F = Flujo de la luminaria, en lúmenes

CU = Factor o coeficiente de utilización, compuesto de la suma del CU de calzada y CU de vereda

CU = $CU_c + CU_v$

F_{mt} = Factor de mantención total, obtenido como el producto del Fm (factor de mantención de instalaciones) y el Fd (factor de depreciación de luminarias)

F_{mt} = $F_m \times F_d$

D = Distancia entre dos luminarias, en metros (ver figura iluminación de calles)

A = Ancho transversal, en metros

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

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

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Introducción

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

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

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

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

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

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

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

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

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

INFORMACIÓN SOBRE UTILIZACIÓN DE LUMINARIOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO

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

CARACTERÍSTICAS DE ESTA TABLA

- 1) La columna de los luxes promedio mantenidos, se subdividió en dos columnas; en una se indican los luxes mínimos recomendados por la IES y en la otra los luxes realmente obtenidos para la separación dada. En algunos casos el nivel luminoso será considerablemente mayor al recomendado; esto se debe a que el criterio de diseño se basa en la relación de uniformidad, más que en la iluminación mínima.
- 2) Se consideró un montaje del luminario a 1.70 m del extremo de la acera sobre el arrollado, excepto para luminarios punta de poste, donde se considerará montados a 30 cm del extremo de la acera hacia el lado de la casa y a una altura de montaje que resulte atractiva para la vista.
- 3) Los valores dados en esta tabla son para colocación de postes a tresbolillo. Los postes pueden ser colocados a un solo lado, con una pequeña reducción en la uniformidad luminosa. En caso de poner los postes opuestos, el nivel luminoso se duplica y generalmente se mejora la uniformidad.
- 4) Si se usan postes ya instalados, cuya separación es menor a la separación máxima dada en las tablas, el nivel luminoso en luxes, que se tendrá, puede ser calculado multiplicando los luxes dados en la tabla por la relación del espaciamiento máximo sobre el espaciamiento real.

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

EJEMPLO DEL EMPLEO DE LA TABLA

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

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

CLASIFICACIÓN IES DE VÍA													
Clasificación de la vía	Altura de montaje por tipo de lámpara	Promedio de luxes mantenidos	Relación de uniformidad	No. de postes	Luminario	Lámpara	Ancho de vía (m)	Altura de poste (m)	Separación entre postes (m)	Consumo (kW/km)	Luminancia (cd/m²)	MP	Costo total (pesos)
RESIDENCIAL	CALLE JONES	3.7	6.0	1	MULTILITE	VM 175	7.6	7.6	55	3.69	8150	0.70	35-17444
		3.7	6.0	2	CR-250		7.6	7.6	55	3.69	8150	0.70	35-17444
		5.5	5.8	3	CRCO-250		7.6	7.6	40	5.12	8150	0.69	35-176173
		3.8	5.7	4	MULTILITE	SAP 70	7.6	7.6	52	1.56	5800	0.69	35-175644
		3.8	5.7	5	CR-250		7.6	7.6	52	1.56	5800	0.69	35-175644
		3.7	5.3	6	CRCO-250		7.6	7.6	43	1.89	5800	0.69	35-176189
	LOCAL	4.1	2.4	7	MULTILITE	VM 175	9.0	9.0	40	5.10	8150	0.70	35-17444
		4.1	2.4	8	CR-250		9.0	9.0	40	5.10	8150	0.70	35-17444
		5.0	2.9	9	CRCO-250		9.0	9.0	37	5.60	8150	0.69	35-176189
		4.2	3.6	10	MULTILITE	VM 250	9.0	9.0	52	5.50	11500	0.65	35-17444
		4.2	3.6	11	CR-250		9.0	9.0	52	5.50	11500	0.65	35-17444
		6.0	5.4	12	DECALITE*		9.0	9.0	46	6.20	11500	0.65	35-175800
		5.6	5.1	13	CRCO-250		9.0	9.0	46	6.20	11500	0.69	35-176189
		4.1	2.2	14	MULTILITE	SAP 70	9.0	9.0	40	2.0	5800	0.69	35-175644
		4.1	2.2	15	CR-250		9.0	9.0	40	2.0	5800	0.69	35-175644
		5.0	2.0	16	CRCO-250		9.0	9.0	27	3.0	5800	0.69	35-176189
		4.3	5.2	17	MULTILITE	SAP 100	9.0	9.0	61	1.9	9500	0.69	35-175654

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

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

Guía para Diseño con Proyectores

Clasificaciones NEMA

Para iluminación por proyectores en áreas generales

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

Por ejemplo:

Apertura del Haz Asimétrica
 $97^\circ (H) \times 105^\circ (V)$
 Horizontal Vertical
 = NEMA 5 x 6

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

10

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

Proyectores Montados en Piso

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

ILUMINACIÓN DE FACHADAS

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

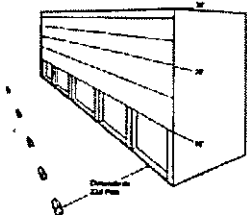
Factores a considerar para la iluminación de fachadas:

1. Separación
2. Espaciamiento
3. Dirección

Separación

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

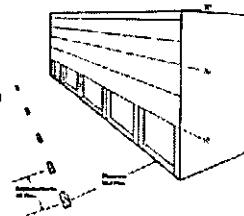
$$3/4 (30 \text{ Pies}) = 22.5 \text{ Pies.}$$



Espaciamiento

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

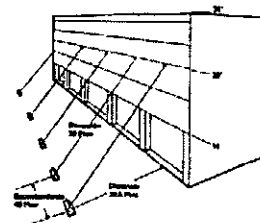
$$22.5 \text{ pies.} \times 2 = 45 \text{ pies entre proyectores}$$



Dirección

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

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



Factores a Considerar para la iluminación de letreros:

1. Separación
2. Espaciamiento
3. Dirección

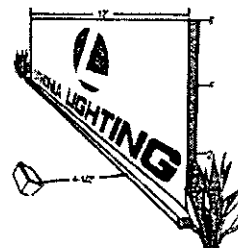
ILUMINACIÓN DE LETREROS

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

Separación

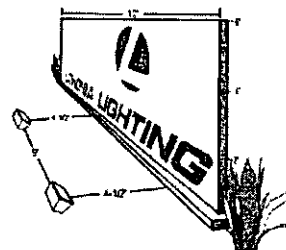
Al emplear proyectores montados en el piso, se recomienda una separación equivalente a tres cuartos de la altura del letrero. Por ejemplo, la distancia de separación para un letrero de 12' x 6' sería de 4.5 pies. Si el proyector se instala a una distancia menor se sacrificará la uniformidad mientras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

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



Espaciamiento

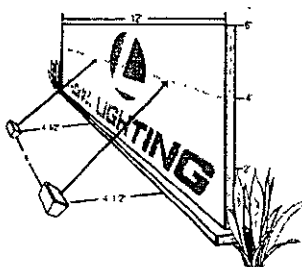
El método práctico para determinar el espacio entre proyectores establece que no se debe exceder el doble de la distancia de separación. Por ejemplo, si la separación es de 4.5 pies, los proyectores no deberán tener una distancia entre ellos superior a los 9 pies.

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


Dirección

El proyector deberá dirigirse, por lo menos, a dos tercios de la altura del letrero. Por ejemplo, si un letrero tiene 6 pies de altura, la dirección recomendada será de 4 pies de altura. Después de terminar la instalación, la dirección se puede reajustar para brindar una mejor apariencia. Si se colocan viseras completas o superiores se puede reducir el derrame de luz indeseada.

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

**ILUMINACIÓN DE BANDERAS**

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

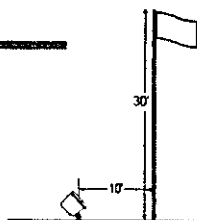
Factores a considerar para la Iluminación de Banderas:

1. Separación
2. Espaciamiento
3. Dirección

Separación

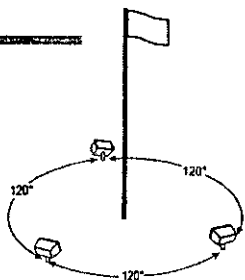
Para iluminar una bandera se recomienda una separación equivalente a un tercio de la altura del poste. Si el poste mide 30 pies, el proyector deberá estar situado a 10 pies de distancia.

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

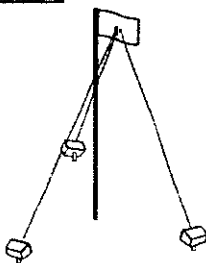
**Espaciamiento**

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

Tres proyectores a 120° uno del otro

**Dirección**

La dirección recomendada para cada proyector es el centro o la parte superior de la bandera. Si se colocan viseras completas o superiores se puede reducir el derrame de luz indeseada.

**Proyectores Montados en Postes****Iluminación de Áreas Abiertas**

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

Factores a considerar para iluminar Áreas Abiertas:

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

Altura de Montaje

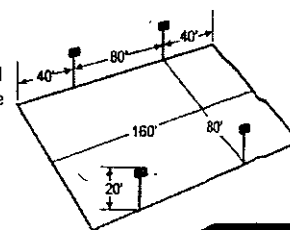
Se recomienda una altura de montaje equivalente a la mitad de la distancia transversal del área que se va a iluminar. Por ejemplo, si el área tiene 40 pies de ancho, la altura mínima recomendada es de 20 pies

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

**Espaciamiento**

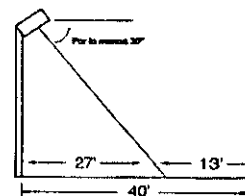
La ubicación de los postes es un factor importante cuando hay más de un poste en la instalación. El método práctico para determinar el espacio entre postes establece que éstos deben colocarse a cuatro veces la altura de montaje de los postes adyacentes. Por ejemplo, si un proyector está montado a 20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

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

**Dirección Vertical**

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

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

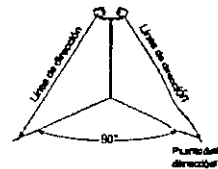


Si se pretende reducir el deslumbramiento, la dirección recomendada no deberá exceder el doble de la altura de montaje. Por ejemplo, si el poste tiene 20 pies de altura, la dirección vertical no deberá exceder los 40 pies.

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

Dirección Horizontal

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



Fixture series
6100**Door materials**

A = Cast Aluminum
B = Cast Bronze

Lamp types: (Lamps by others)

MV50, 75, 100, 175
MH50, 70, 100, 150, 175
HPS50, 70, 100, 150

Voltage:

120V, 208V, 240V, 277V

Light distributions / Lens:

SP - Spot Reflector with Clear Flat Lens
NFL - Specular Reflector with 30° Spread Lens
MFL - Diffuse Reflector with Clear Flat Lens
WFL - Diffuse Reflector with Frosted Flat Lens
WW - Wall Wash Reflector with 5° axial Spread Flat Lens
NR - Reflectorized Lamp with Clear Flat Lens
TSP - 10° Tilt Flat Lens with Spot Reflector
TFL - Diffuse Reflector with 10° Flat Lens
300K - Other Lamps or Lenses on request

Conduit entries:

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

Accessories:

- * RGA Rock Guard, Aluminum
- * GSA Glare Shield, Aluminum
- * DLA External Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * FLA External Louver, Full Eggcrate Aluminum
- * LSA Light Shield, Aluminum
- * GM-61 Grout Mask
- * *IFL Internal Louver Full Eggcrate Aluminum
- * *IDL Internal Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * *IHL Internal Louver Honeycomb
- * *IHL-38 Internal Louver Honeycomb
- * *IHL-01 Internal Louver Honeycomb
- * ISS-60 Internal Source Shield*
- * WWL-01 Wall Wash Internal Louver
- * *IPL Internal Parallel Louver

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

Fixture series
5200**Door materials:**

A = Cast Aluminum
B = Cast Bronze

Lamp type/watts: (Lamps by others)

LV300 (PAR56 12V, 300W max)
HQ70 = HCL (70W max)
MV175 = C28 175W
HP70 = E23V 70W
HP100 = E23V 100W
HP150 = E23V 150W

Voltages:

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

Light distributions / Lens

LV 300 (Beam spread by lamp type)
FLC Flat Lens clear (std with LV, MFL)
FLC-10 Flat Lens Clear 10° Tilt
FLC-30 Flat Lens Clear 30° Spread
CLC Convex Lens Clear
CLF Convex Lens Frosted
FLF Flat Lens (std with WFL)
HCL 70

WW Wall Wash Reflector with 5° axial Spread Flat Lens,
MH 175 & HPS
MFL - Diffuse Reflector with Clear Flat Lens
WFL - Diffuse Reflector with Frosted Flat Lens

Conduit entries:

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

Accessories:

- * RGA Rock Guard, Aluminum
- * GSA Glare Shield, Aluminum
- * DLA External Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * FLA External Louver, Full Eggcrate, Aluminum
- * LSA Light Shield, Aluminum
- * GM-62 Grout Mask
- * *IFL Internal Louver Full Eggcrate Aluminum
- * *IDL Internal Louver, Directional Eggcrate, Aluminum
- * *IPL Internal Parallel Louver Aluminum
- * *IHL Internal Louver Honeycomb
- * WWL-01 Wall Wash Internal Louver
- * PC 21 35 Cu. In. Re-entrant Potting Compound
- * PC 21-12 20 Cu. In. Re-entrant Potting Compound
- * To replace Aluminum parts with Bronze, substitute "B" for "A".
- * *Determined by lamp type.

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

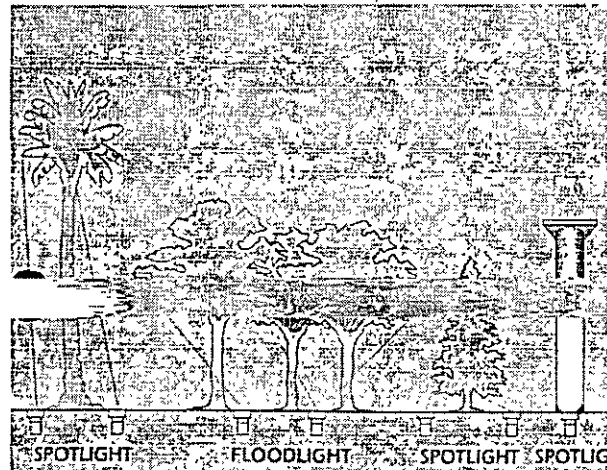
For specific application information, request the following:

Photometric Data Sheets

REDUCED DATA FROM LAMP MANUFACTURES AND 9000 SERIES DATA COVERED IN: T.L. REPORTS 35745-52; 36104-107

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

ARCHITECTURAL AND LANDSCAPING INFORMATION PAMPHLET



NOTAS IMPORTANTES

1. Se estudiará y analizará en el curso la especificación A-OO1 del luminaria para alumbrado público con lámpara de vapor de sodio en alta presión, en posición horizontal (tipo OV) de 70, 100, 150, 200 y 250 W.
2. Se presentará el cálculo económico computarizado de las alternativas para los sistemas de alumbrado público.
3. Se desarrollarán proyectos de alumbrado público en computadora, calculados y diseños con el programa "VISUAL" de LIGHTING.
4. Se tiene programada una visita al laboratorio de alumbrado público del Gobierno del Distrito Federal.

3.3 VOLTAJES EN EL ALUMBRADO PÚBLICO



Tensión de suministro

Se considera que:

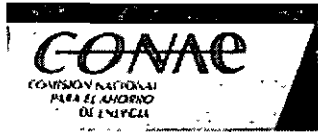
- a) Baja tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1 (un) kilovolt.
- b) Media tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1 (un) kilovolt, pero menores o iguales a 35 (treinta y cinco) kilovolts.
- c) Alta tensión a nivel subtransmisión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

En los casos en que el suministrador tenga disponibles dos o más tensiones que puedan ser utilizadas para suministrar el servicio, y éstas originen la aplicación de tarifas diferentes, el suministrador proporcionará al usuario los datos necesarios para que éste decida la tensión en la que contratará el servicio.

Los servicios que se alimenten de una red automática se contratarán a la tensión de suministro disponible en la red, y de acuerdo a la tarifa correspondiente a esa tensión.

<http://www.cfe.gob.mx/es/informacionalcliente/conocetutarifa/disposicionescomplementarias/2005/2/2tensionsuministro.htm>

3.4 COMPOSICIÓN Y ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO



Principal

¿Qué es? Ahorro Renovables Cogeneración Pres. Nal. Normas Caja Herram. Precios Eventos

Sección: Tarifas eléctricas.

Tarifas aplicables al suministro de energía eléctrica.

(Página de la Comisión Federal de Electricidad)

INDICE

- 1.- Datos para cada una de las 31 tarifas
- 2.- Datos agrupados por tipo de servicio
- 3.- Acuerdo
- 4.- Aspectos generales

1.- Datos para cada una de las 31 tarifas

[Regresar al índice](#)

Tarifa	Aplicación
1	Servicio doméstico
1-A	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25 grados centígrados
1-B	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 29 grados centígrados
1-C	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30 grados centígrados
1-D	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31 grados centígrados
1-E	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32 grados centígrados
2	Servicio general hasta 25 kW de demanda
3	Servicio general para más de 25 kW de demanda
5	Servicio para alumbrado público en las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara
5A	Servicio para alumbrado público en el resto del país (excluyendo el Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara y zonas conurbadas)
6	Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión
9-M	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en media tensión
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más
H-S	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión
H-T	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión
H-SL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización

//www.conae.gob.mx/precios/tarifaselec.html

26/02/01



PROCORE
MEXICO

NOCIONES BÁSICAS DE ELECTRICIDAD

CORRIENTE

Corriente eléctrica: flujo de electrones capaz de producir un trabajo.

VOLTAJE

El voltaje (tensión eléctrica): fuerza capaz de producir un flujo de electrones.

RESISTENCIA

Oposición que presenta el circuito (o elemento) al flujo de la corriente eléctrica

LEY DE OHM $I = V / R$

La corriente es directamente proporcional a la t...

CAIDA DE TENSIÓN $E = I R$

Resultado de la resistencia y el flujo de la corriente en un circuito.

POTENCIA

a.- Rapidez con que se realiza un trabajo

b.- Energía que consume un dispositivo eléctrico en la unidad de tiempo.

El propósito de los sistemas eléctricos es desarrollar potencia o producir trabajo.

$$P = \frac{\text{Trabajo}}{\text{tiempo}} = \frac{F d}{t} = \frac{F v}{t} = P v \quad \text{Watts} \quad \dots (1)$$

$$\text{Trabajo} \quad T = V q \quad (\text{Joule})$$

$$\text{Además} \quad I = q / t \quad (\text{Ampere})$$

$$P = \frac{T}{t} = \frac{V q}{t} = V I \quad \text{Watts, de acuerdo a Ohm}$$

$$P = V I = I^2 R = V^2 / R \quad \text{Watts}$$

donde:

I = Corriente, intensidad de (Amperes)

V = Voltaje (volts)

R = Resistencia (Ohms)

E = caída de tensión (volts)

F = fuerza (Newtons)

D = distancia (metros)

t = tiempo (segundos)

T = trabajo (Joules)

v = velocidad (m / s)

q = carga eléctrica (Coulomb)



PROCORE
MEXICO

EFFECTO JOULE

Cuando circula corriente eléctrica en un conductor, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor elevando la temperatura del conductor.

$$Q = 0.24 I^2 R t \quad (\text{calorías})$$

CORRIENTE ALTERNA (CA)

Las instalaciones eléctricas utilizan corriente alterna como fuente de energía. Sus valores más útiles para cálculos eléctricos son: el valor efectivo y el valor pico.

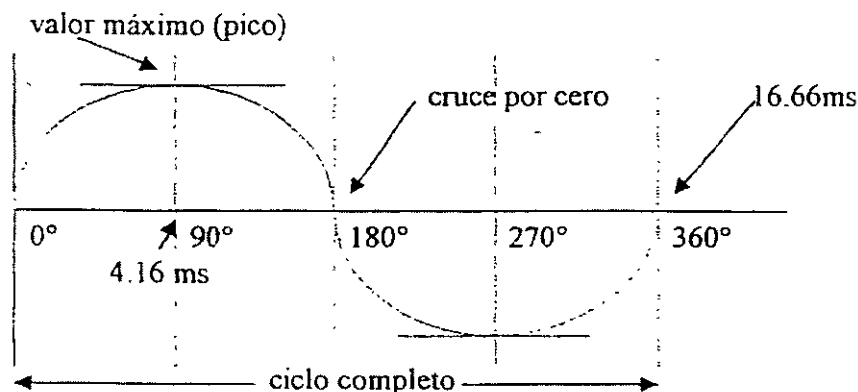
La CA se origina cuando el campo eléctrico cambia alternativamente de sentido, dos alternancias consecutivas constituyen un ciclo. Un ciclo completo tiene 360° .

El número de ciclos por segundo recibe el nombre de frecuencia.

Su valor eficaz se expresa:

$$E_e = 0.707 E_m$$

$$I_e = 0.707 I_m$$



Valores instantáneos de voltaje y corriente en cualquier punto del ciclo:

$$E_i = E_m \sin \theta = E_m \sin \omega t$$

$$I_i = I_m \sin \theta = I_m \sin \omega t$$

E_e = tensión eficaz

I_m = corriente máxima (pico) ?

E_i = tensión instantánea

θ = desplazamiento en grados

f = 60 Hz (en México)

π = 3.141592

E_m = tensión máxima (pico)

I_e = corriente máxima (pico) ?

I_i = corriente instantánea

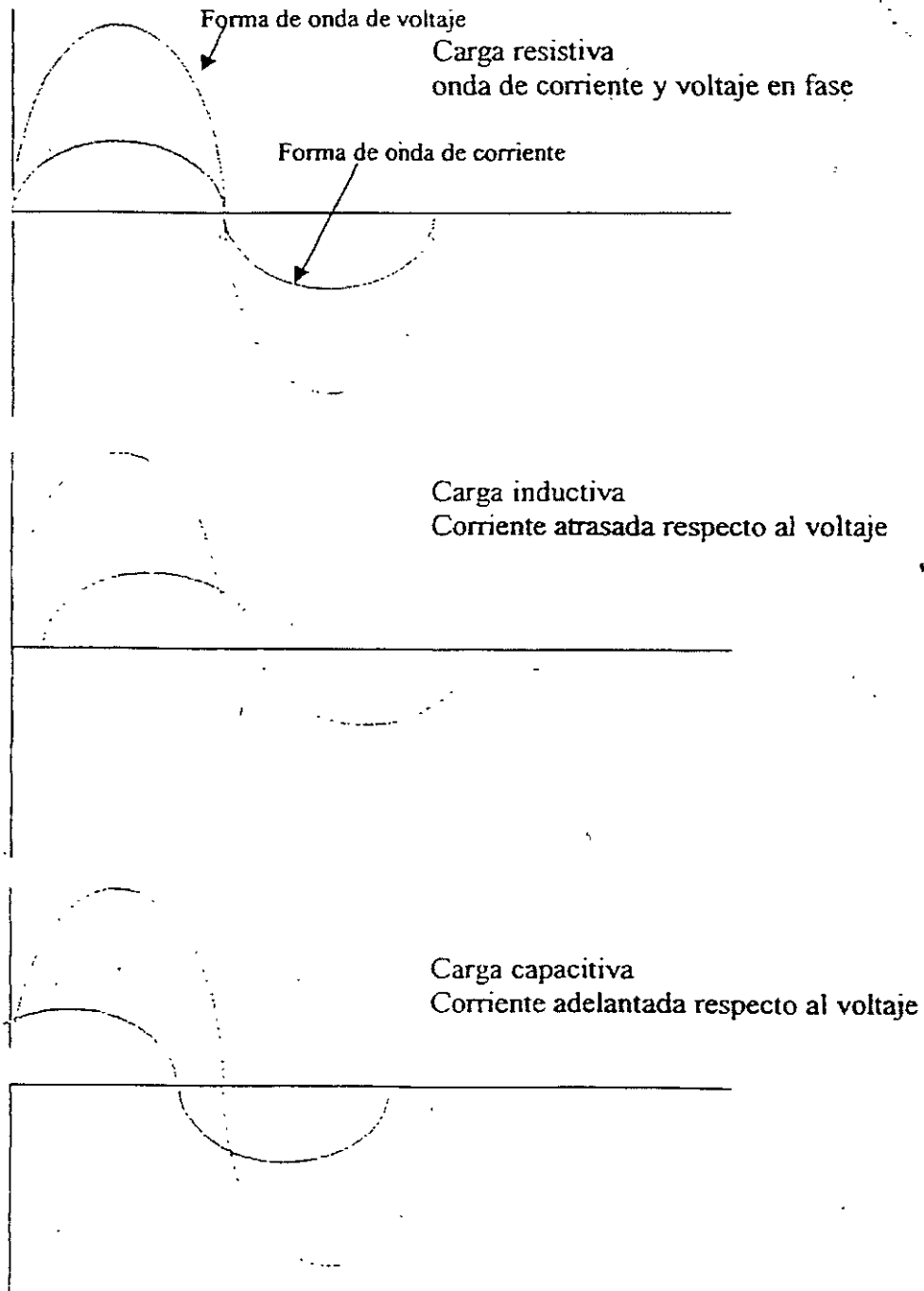
$\omega = 2 \pi f$

t = desplazamiento en tiempo



PROCOBRE
MEXICO

RELACION VECTORIAL ENTRE VOLTAJE Y CORRIENTE





PROCOBRE
MEXICO

REACTANCIA INDUCTIVA

Según la Ley de Lenz, un inductor se opone a cambios en la corriente. La CA cambia constantemente el inductor se opone a esos cambios disminuyendo la corriente.

Su expresión matemática es: $X_L = 2 \pi f L$

La corriente es $I = V / X_L$

REACTANCIA CAPACITIVA

La CA en un condensador provoca que sus placas se cargan y hacen que la corriente eléctrica disminuya, es decir se opone al flujo de la corriente.

Su expresión matemática es: $X_C = \frac{1}{2 \pi f C}$

La corriente es: $I = V / X_C$

Donde:

- X_L = reactancia inductiva (Ohms)
- f = frecuencia (Hertz)
- L = inductancia (Henrios)
- X_C = reactancia capacitiva (Ohms)
- C = capacitancia (Farads)
- π = 3.141592

IMPEDANCIA

En los circuitos eléctricos no aparecen en forma aislada la resistencia, la inductancia y la capacitancia, sino que aparecen combinados de alguna manera.

Su expresión matemática es: $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

Donde: $X = X_L - X_C$ (para reactancias en serie)

La impedancia es, respecto a las corrientes alternas, lo que la resistencia es a las corrientes continuas. Es una resistencia aparente medida en Ohms.



PROCORE
MEXICO

FACTOR DE POTENCIA

En el caso de circuitos de corriente continua y circuitos de corriente alterna con carga puramente resistiva la potencia se calcula con la expresión:

$$P = VI \quad \text{expresada en watts, la energía eléctrica se transforma en energía térmica. Se le conoce como potencia activa (P)}$$

Para el caso general de la corriente alterna la potencia se calcula con la expresión:

$$P = VI \cos \theta \quad \text{Si el circuito es puramente reactivo, la energía sólo se almacena. La energía pasa de la fuente al elemento reactivo en el primer cuarto de ciclo y regresa a la fuente en el siguiente. Se le conoce como potencia reactiva (Q)}$$

Las instalaciones eléctricas tienen combinación de elementos resistivos inductivos y capacitivos, la potencia requerida tiene componentes tanto reactiva como activa, su suma vectorial se conoce como potencia aparente (S)

El factor de potencia es el cociente entre la potencia activa que aprovecha el circuito y la potencia aparente suministrada por la fuente de alimentación.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$f.p. = \cos \theta = \frac{P}{S}$$

En la carga de una instalación predomina la carga inductiva, la corriente está atrasada en relación al voltaje f.p. atrasado

Consecuencia de un factor de potencia bajo

La corriente que circula por las líneas de transmisión es mayor para una carga con un factor de potencia bajo que para otro cercano a la unidad.

Pérdidas = $R I^2$ **El f.p. bajo provoca que se incrementen las pérdidas por efecto Joule, pues aumenta la corriente.**

Deficiente regulación de voltaje

Considerando que una línea de transmisión tiene una impedancia Z , la caída de voltaje a lo largo de la línea será el producto de la impedancia por la corriente.

$$\Delta V = Z \cdot I = V_o - V_f \quad \text{donde: } V_o = \text{volts al principio de la línea}$$

$$V_f = \text{volts que recibe el usuario}$$



PROCOPRE
MEXICO

130

La regulación de voltaje se define en %

$$\% \text{ de R} = \frac{V_0 - V_i}{V_i} \times 100$$

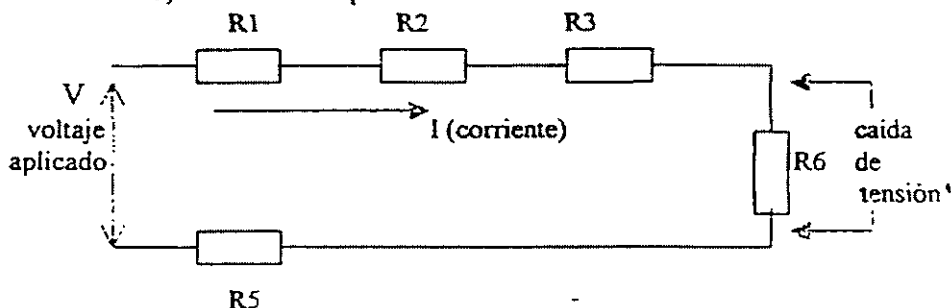
Inversión inicial alta es necesario tener una mayor sección de cobre para permitir la circulación de una corriente mayor.

Penalización por bajo factor de potencia, en México no deberá ser menor a 0.9

Necesidad de compensación del bajo f.p. con capacitores o motores síncronos.

CONEXIÓN DE ELEMENTOS EN SERIE

Los diferentes elementos que forman parte de este circuito están conectados uno a continuación de otro, alimentados por una sola fuente eléctrica.



Características :

- a.- La corriente que circula por cada uno de los elementos es la misma
- b.- La caída de tensión en cada R depende de su propio valor: $E_{R1} = I \cdot R_1$
 $E_{R2} = I \cdot R_2$
- c.- La resistencia total del circuito (Resistencia equivalente) es la suma del valor de todas las resistencias.
 $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_n$
- d.- La corriente a través del circuito es: $I = V / R_{eq}$

CONEXIÓN DE ELEMENTOS EN PARALELO

Características

- a.- La corriente que circula por cada elemento depende de su resistencia
- b.- La tensión de alimentación se aplica a todos los elementos del circuito
- c.- La resistencia equivalente es la inversa de la suma de las inversas de todas las resistencias en el circuito

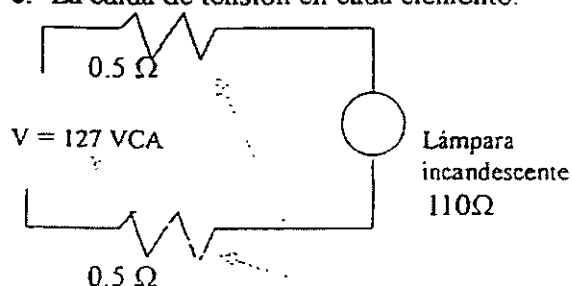


PROCOBRE
MEXICO

Ejemplo.

Se tiene un circuito eléctrico como el que se muestra a continuación, encuentre:

- La resistencia total
- La corriente
- La caída de tensión en cada elemento.



Resistencia del conductor

$$\text{Resistencia total: } R_{eq} = 0.5 \Omega + 0.5 \Omega + 110 \Omega = 111 \Omega$$

$$\text{Corriente en el circuito: } I = \frac{V}{R_T} = \frac{127 \text{ VCA}}{111 \Omega} = 1.144 \text{ A}$$

Caída de tensión en cada uno de los elementos del circuito:

$$E_{\text{conductor-1}} = I R_{0.5} = (1.144 \text{ A})(0.5 \Omega) = 0.571 \text{ V}$$

$$E_{\text{conductor-2}} = I R_{0.5} = (1.144 \text{ A})(0.5 \Omega) = 0.571 \text{ V}$$

$$E_{\text{lámp-incand}} = I R_{110} = (1.144 \text{ A})(110 \Omega) = 125.840 \text{ V}$$

$$\text{Suma de caídas de tensión } 127.000 \text{ V}$$

Ejemplo

En un circuito doméstico de 127 VCA se tienen las siguientes cargas: Cafetera eléctrica 600 watts; Parrilla eléctrica 1200 watts; Horno de microondas 1000 watts

Encuentre:

- La resistencia de cada elemento

$$\text{Cafetera eléctrica } R = V^2 / P = 127^2 / 600 = 26.88 \Omega$$

$$\text{Parrilla eléctrica } R = \quad = 13.44 \Omega$$

$$\text{Horno de microondas } R = \quad = 16.13 \Omega$$

- La resistencia equivalente

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{26.88} + \frac{1}{13.44} + \frac{1}{16.13}} = \frac{1}{.0372 + .0744 + .062} = 5.76 \Omega$$

- La corriente por elemento y total del circuito

$$\text{Cafetera eléctrica } I = P / V = 600 / 127 = 4.72 \text{ A}$$

$$\text{Parrilla eléctrica } I = \quad = 9.45 \text{ A}$$

$$\text{Horno de microondas } I = \quad = 7.87 \text{ A}$$

$$\text{La corriente total } 22.04 \text{ A}$$



PROCOBRE
MEXICO

Ejemplo

Una instalación eléctrica demanda 180 Kw y trabaja con un factor de potencia de 0.80 atrasado, se desea mejorar el fp a un valor de 0.92 atrasado.

Los datos que se proporcionan son: $P = 180 \text{ Kw} = 180,000 \text{ w}$; $\text{fp} = 0.8$ atrasado

Con estos datos encontramos los valores de operación:

Potencia aparente suministrada por la línea: $S = P / \text{fp} = 180 \text{ Kw} / 0.8 = 225 \text{ KVA}$

Potencia reactiva demandada por el circuito: $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{225^2 \text{KVA}^2 - 180^2 \text{Kw}^2} = 135 \text{ KVAR}$

Se calcula ahora los valores de acuerdo al fp deseado, P no cambia:

La potencia aparente suministrada por la línea: $S = P / \text{fp} = 180 \text{ Kw} / 0.92 = 196 \text{ KVA}$

La potencia reactiva demandada por el circuito: $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{196^2 - 180^2} = 78 \text{ KVAR}$

La diferencia entre los KVAR existentes y los KVAR deseados nos da la capacidad del capacitor a instalar para mejorar el fp de 0.8 a 0.92

$$\text{KVARcc} = \text{KVAR existente} - \text{KVAR deseado} = 135 - 78 = 57 \text{ KVAR}$$

donde.: KVARcc = KVA capacitivo correctivo

Ejemplo

Un motor eléctrico alimentado a 220VCA toma 10 A, y consume 1975 w.

Con los datos que se proporcionan se encuentra el factor de potencia

$$P = VI \cos \theta; \quad \text{fp} = \cos \theta = \frac{P}{VI} = \frac{1975}{220 \times 10} = 0.90$$

Ejemplo

Un radiador de calor de 1000 w está conectado a una tensión de 127 VCA, durante 20 minutos.

Con los datos que se proporcionan se encuentra:

los minutos se convierten
a segundos

La corriente que demanda: $I = P / V = 1000 / 127 = 7.87 \text{ A}$

La resistencia del filamento: $R = V / I = 16 \Omega$

La cantidad de calor producido: $Q = 0.24 I^2 R t = 0.24 (7.87)^2 (16)(20 \times 60) = 285 \text{ kcal}$

El factor de potencia: $\text{fp} = P / VI = 1000 / 127 \times 7.87 = 1$ (para cargas resistivas)

CONDUCTORES PARA ALAMBRADO GENERAL			
NO -	ACTIVIDAD DE LA INSPECCION	REF.NOM-001 -SEDE-1999	COMENTARIOS
1	<u>MATERIAL DE CONDUCTORES</u> Cuando se usan cables de aluminio a aleaciones el calibre mínimo debe ser no.- 6	310-3 (b)	
2	<u>CONDUCTORES CABLEADOS</u> Los conductores de tamaño No.- 8 AWG y mayores deben ser cableados, cuando van en canalizaciones.	310-3	
3	<u>CONDUCTORES EN PARALELO</u> Los conductores de cobre o aluminio de calibre 1/0 AWG y mayores, pueden conectarse en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos. Deben ser. De la misma longitud, del mismo material del mismo largo, del mismo tipo de aislamiento, con terminales de las mismas características.	310-4	
4	<u>TAMAÑO NOMINAL MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES</u> DE 0-2000V-----calibre No.- 14 --- Cobre DE 0-2000V-----calibre No.- 6 --- Aluminio DE 2001-5000V-----calibre No.- 8 --- Cobre DE 2001-5000V-----calibre No.- 6 --- Aluminio DE 5001- 8000V-----calibre No.- 6 --- Cobre ó Aluminio DE 8001- 15000V-----calibre No.- 2 --- Cobre ó Aluminio DE 15001- 25000V-----calibre No.- 1 --- Cobre ó Aluminio	310-5	
5	<u>IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES</u> Conductores puestas a tierra. Los conductores aislados calibre No.-6 AWG, o mas pequeños, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Para tamaños superiores al calibre 6 AWG; en conductores aislados, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que cubra toda la longitud o por una marca blanca en sus extremos en el momento de la instalación. <u>CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA.</u> Se permite instalar conductores desnudos o cubiertos, deben tener un acabado exterior o continuo verde o verde con una o mas franjas amarillas. <u>CONDUCTORES DE FASE</u> Los conductores de las fases se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Las marcas de los conductores de fase no deben ser de blanco, gris claro o verde y deben consistir en una franja o franjas iguales que se repitan periódicamente.	310-12 (a) (b) (c)	

6	PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES La protección de los conductores se protege de sobre corriente según su capacidad de conducción (ver tablas 310-16 y 310-17 y demás). Riesgo de pérdida de energía no se debe proteger contra la sobrecarga cuando la apertura del circuito podría crear un riesgo; por ejemplo circuitos de una grúa de transporte de materiales o de bombeo contra incendio. <u>Dispositivos de 800 A o menos.</u> Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor inmediato superior a la capacidad de conductores que protega, de acuerdo a lo siguiente. 1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado con varias salidas para cargas portátiles con cordón y clavija. 2) Que la capacidad de conducción de corriente de los conductores no corresponda con la capacidad nominal de un fusible o interruptor. 3) Que el valor nominal inmediato no supere 800 A. DISPOSITIVOS DE MAS DE 800 A. La capacidad de conducción de corriente de los conductores a proteger debe ser igual o mayor que la capacidad nominal del dispositivo	240-3 (a) (b) (c)	
---	--	---	--

CORRIENTE ELÉCTRICAS INDUCIDAS EN LAS CANALIZACIONES METÁLICAS	300-20	
Agrupamiento de conductores.	(a)	
Cuando se instalan conductores que llevan C.A. en canalizaciones o envoltorios metálicos, deben disponerse de tal manera que no se produzca calentamiento por inducción en los metales que lo rodean.		
SOPORTE TIPO CHAROLA CABLES USOS PERMITIDOS.	318	
Con cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral	318-3	
Cables con cubierta no metálica.		
Cables para entrada de acometida.		
Cables monoconductores tipo THW-LS, THHW-LS.		
Tubo conduit metálico pesado y semipesado tubo conduit no metálico tipo pesado otras.		
USOS NO PERMITIDOS	318-4	
En cubos de elevadores o donde puedan estar sujetos a daño físico severo.		
En espacio de manejo de aire ambiental, excepto lo permitido en el artículo 300-22 (caso ducto o cámaras de distribución de aire usados para aire ambiental, donde se tiene el alambrado necesario para la función del sistema de conducto y están restringidos los métodos de alambrado.		
TUBO CONDUIT DE POLIETILENO.	332	
Esta compuesto de un material que es resistente a la humedad, a atmósferas químicas, este tubo no es resistente a la flama.		
USO PERMITIDOS	332-3	
En cualquier edificio que no supere los 3 pisos sobre nivel de la calle.	(1)	
Embebido en concreto colado, siempre que se utilice para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.	(2)	
Enterrados a una profundidad no menor a 50 cm, protegido con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo.	(3)	
USO NO PERMITIDOS.	332-4	
En lugares peligrosos.	1)	
Cuando este sometido a temperaturas ambiente superiores a las que este aprobado el tubo.	3)	
Como soporte de aparatos o equipo.	2)	
Directamente enterrado.	5)	
Para tensiones eléctricas superiores a 150 V a tierra.	6)	
En lugares expuestos.	7)	
En teatros y lugares similares	8)	
En lugares de reunión.	10)	
En instalaciones ocultas por plafones.	11)	
En cubos y ductos de instalaciones en edificios.	12)	

LOS CONDUCTORES DE LOS ALIMENTADORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE IGUAL O MAYOR A LA SUMA DE LOS CARGAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

EJEMPLO:

SE TIENE UN TABLERO DE ALUMBRADO DE
8 CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE 1800 W C/U
8 CIRCUITOS DE CONTACTOS DE 1260 W C/U

DATOS:

EL VOLTAJE ES 125 V DE FASE A NEUTRO, SISTEMA TRIFASICO, 4 HILOS
LA TEMPERATURA AMBIENTE ES 30° C
LA CANALIZACION ES TUBO CONDUIT METALICO
CON NO MAS DE 3 CONDUCTORES DENTRO DE EL
LOS CABLES SON TIPO THW-75, 600 V

PROCEDIMIENTO

$$I_1 = \text{AMPERES POR CIRCUITO} = \frac{1800}{125} = 14.4 \text{ A.}$$

$$I_2 = \text{AMPERES POR CIRCUITO} = \frac{1260}{125} = 10.08 \text{ A.}$$

CARGA DE ALUMBRADO: $14.4 \times 6 = 86.4$ AMPERES

CARGA DE CONTACTOS: $10.08 \times 6 = 60.48$ AMPERES

CALIBRE DEL CONDUCTOR

$$86.4 \times 1.25 = 108 \text{ AMPERES}$$

$$60.48 \text{ AMPERES}$$

$$\text{SUMA } 168.48 \text{ AMPERES}$$

$$\text{ASI, } \frac{168.48}{3} = 56.16 \text{ A.}$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE No.- 4 AWG, QUE SOPORTA 70 A

LA PROTECCION DEL TABLERO SERA UN INTERRUPTOR TIPO TERMOMAGNETICO DE 3 X 70 A.

EL TABLERO SELECCIONADO SERA DE 3 Ø, 4 HILOS

220/127 V.C.A.

EL DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE SE DEBE CONECTAR A CADA CONDUCTOR DE FASE DEL CIRCUITO.

- A) ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS ESTOS DEBEN PROTEGERSE POR DISPOSITIVOS DE SOBRECORRIENTE CONECTADOS EN EL PUNTO EN QUE LOS CONDUCTORES RECIBEN ENERGÍA, EXCEPTO LO QUE SE PERMITE A CONTINUACIÓN.
- B) DERIVACIONES NO SUPERIORES A 3 m DE LARGO NO NECESITA PROTECCIÓN.



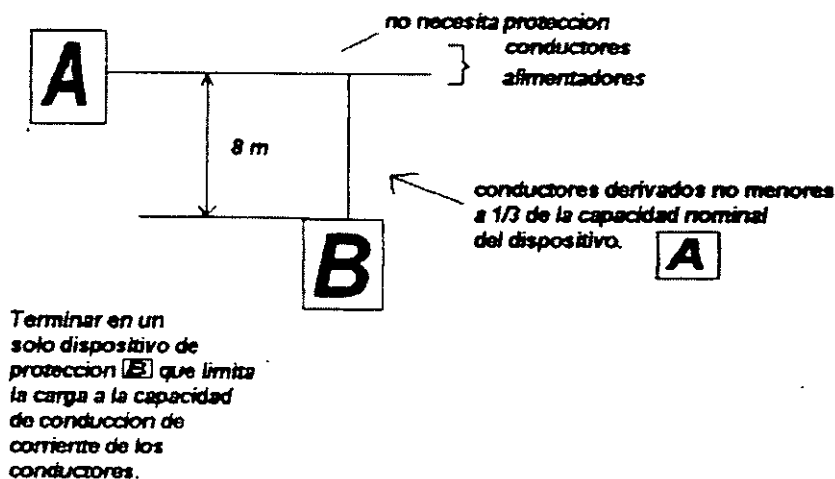
$$I = \sum \text{CARGA 1} + \text{CARGA 2} + \text{ETC.}$$

NO MENOR A LA CAPACIDAD NOMINAL DEL DISPOSITIVO ALIMENTADO.

LOS CONDUCTORES EN DERIVACION NO DEBEN IR MÁS ALLA DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, CENTRO DE CARGA O MEDIO DE DESCONEXIÓN A LOS QUE SUMINISTRA ENERGÍA.

LOS CONDUCTORES EN DERIVACION DEBEN IR EN UNA CANALIZACIÓN.

- C) DERIVACIONES DE ALIMENTADORES NO SUPERIORES A 8 m DE LARGO.



TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL PARA CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y DE APARATOS ELÉCTRICOS.

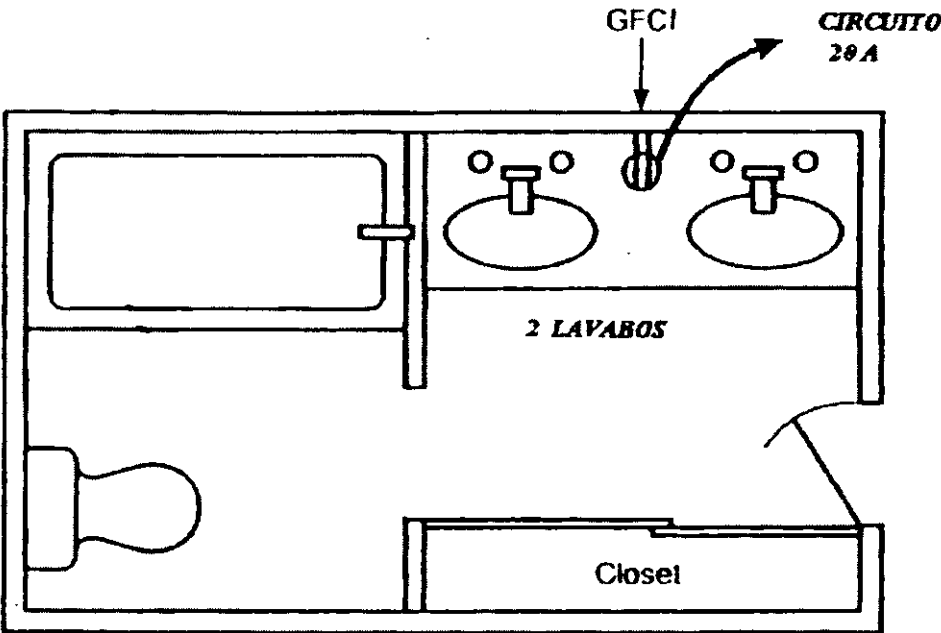
Para considerarlo así el tablero debe tener 10% de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30ª nominales o menos con conexiones para el neutro.

No debe haber en el tablero más de 42 dispositivos de sobrecorriente, más el principal de la alimentación.

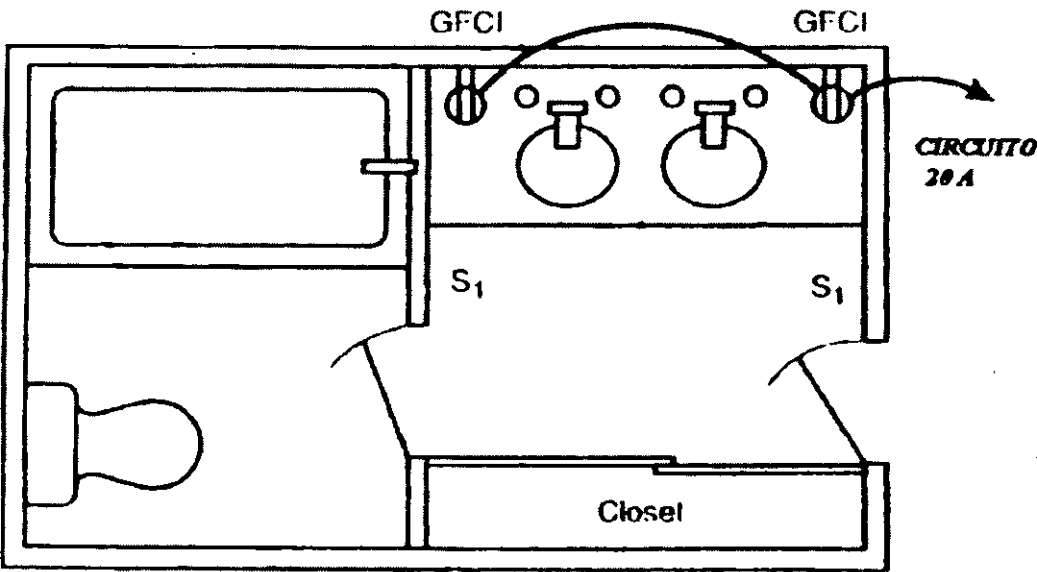
Los tableros de alumbrado y control equipados con resorte de 30A nominales o menos debe tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no exceda de 200A.

La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado dentro del tablero no debe superar 80% de su capacidad nominal cuando en condiciones normales la carga se mantenga durante 3 horas o más.

RECEPTACULO DUPLEX



2 RECEPTACULOS SENCILLO O UN DUPLEX



**RECEPTÁCULO GFCI EN BAÑOS
(INTERRUPTOR CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA)**

Tabla 210-21(b) (3). Capacidad de conducción de corriente admisible de receptáculos en circuitos de diversa capacidad

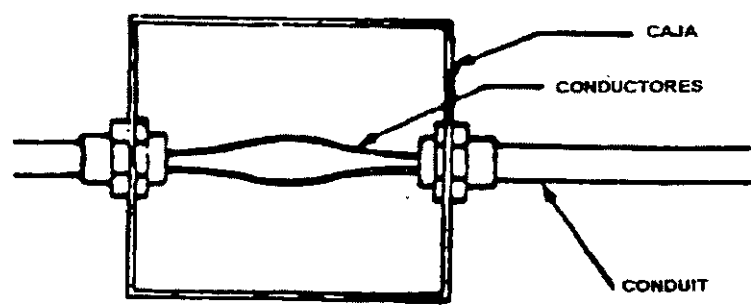
Capacidad de conducción de corriente nominal circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo (A)
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

Tabla 210-24. Resumen de requisitos de los circuitos derivados

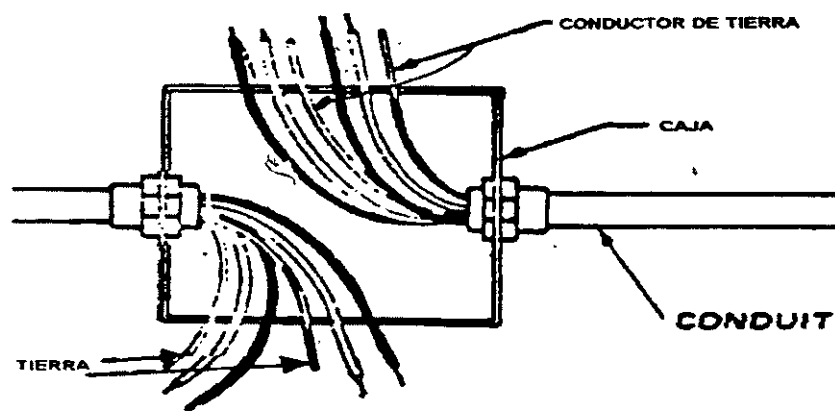
Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño nominal mínimo mm ² AWG):		3,3(12) 2,082(14)	5,26(10) 2,082(14)	3,36(8) 3,3(12)	13,3(6) 3,3(12)
Conductores del circuito*	2,082(14)	Véase 240-4			
Derivaciones	2,082(14)				
Cables y cordones de aparatos eléctricos					
Protección contra sobrecorriente (A)	15	20	30	40	50
Dispositivos de salida:	De	De	Servicio	Servicio	Servicio
Portalámparas permitidos	cualquier	cualquier	pesado	pesado	pesado
Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo**	Tipo 15 A máx.	Tipo 15 o 20 A	30 A	40 o 50 A	50 A
Carga Máxima (A)	15	20	30	40	50
Carga Permisible	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(b)	Véase 210-23(c)	Véase 210-23

* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.

CONDUCTORES DENTRO DE UNA CAJA



2 CONDUCTORES EN CAJA, CADA CONDUCTOR CUENTA UNO



VARIOS CONDUCTORES DE TIERRA EN CAJA
SOLAMENTE SE CUENTA UNO

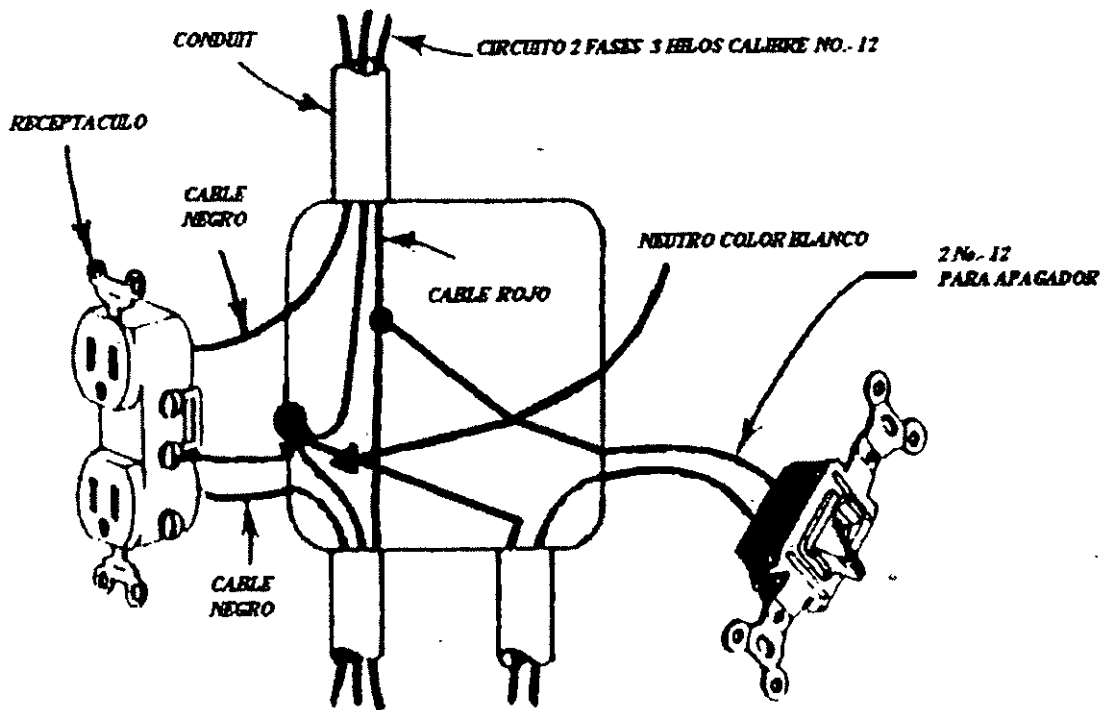
PROBLEMA:

QUE DIMENSIONES DE CAJA PARA CONEXIONES SE REQUIERE PARA 12 CONDUCTORES NO.- 14. 4 DE ELLOS SON DE CORRIENTE, 4 NEUTROS Y 4 DE TIERRAS.

4 No.- 14 PARA CONDUCTOR DE CORRIENTE	=	4
4 No.-14 NEUTROS	=	4
4 No.-14 CONDUCTORES DE TIERRA	=	1
TOTAL		9

DE LA TABLA 370 - 6 (a) TENEMOS
UNA CAJA DE 10.2 X 3.8 CUADRADA DE 295 cm³

SELECCIÓN DE UNA CAJA



2 NEGROS NO.- 12 s A RECEPTACULO -----	2 CABLES
3 BLANCOS NO.- 12 s CON DERIVACION -----	3 CABLES
2 ROJOS NO.- 12 A APAGADOR -----	2 CABLES
UN RECEPTACULO -----	2 CABLES
UN APAGADOR-----	2 CABLES

TOTAL NO.- 12s --- 11

LOS CABLES QUE NO SALEN DE LA CAJA NO CUENTAN

DE LA TABLA 370-16 (b) COLUMAS DE LAS CAJAS POR CADA CONDUCTOR

PARA 11 CABLES No.- 12 = $11 \times 37 = 407 \text{ cm}^3$

SE OBSERVA QUE EL RECEPTACULO Y EL APAGADOR SE CONSIDERA CADA UNO COMO EL EQUIVALENTE A 2 CONDUCTORES (EL DE MAYOR CALIBRE).

ENTRANDO A LA TABLA 370-16 (a) CAJAS METALICAS ENCONTRAMOS UNA CAJA DE TAMAÑO COMERCIAL DE 418 cm^3 (11.9 X 3.8 cm., CUADRADA)

Tabla 370-16(a). Cajas metálicas

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capaci- dad mínima en cm³	Número máximo de conductores*						
		0,82 mm² (18AWG)	1,3 mm² (16 AWG)	2,08 mm² (14 AWG)	3,3 mm² (12 AWG)	5,2 mm² (10 AWG)	8,3 mm² (8 AWG)	13,3 mm² (6 AWG)
10,2 x 3,2 redonda u octagonal	205	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 3,8 redonda u octagonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10,2 x 5,4 redonda u octagonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 3,2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 3,8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 5,4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11,9 x 3,2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
11,9 x 3,8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11,9 x 5,4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7,6 x 5,1x 3,8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7,6 x 5,1x 5,1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1x 5,7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1x 6,4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7,6 x 5,1x 7,0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7,6 x 5,1x 8,9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 5,4 x 3,8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10,2 x 5,4 x 4,8 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 5,4 x 5,4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1x 6,4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1x 8,9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4

* Cuando en 370-16(b)(2) a 370-16(b)(5) no se exijan tolerancias de volumen.

- 1) Cajas normalizadas. El volumen de las cajas normalizadas que no estén marcadas en cm³, debe corresponder a la tabla 370-16(a).
- 2) Otras cajas. Las cajas de 1640 cm³ o menos, distintas de las descritas en la tabla 370-16(a) y las cajas no-metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con su volumen en cm³. Las cajas descritas en la tabla 370-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, podrán tener marcado su volumen en cm³ como exige esta sección.
- b) Cálculo del volumen ocupado. Se deben sumar los volúmenes de los siguientes párrafos (1) a (5). No se exigen tolerancias de volumen para accesorios pequeños, como tuercas y boquillas.
- 1) Volumen ocupado por los conductores. Cada conductor que proceda de fuera de la caja y termine o esté empalmado dentro de la caja, se debe contar una vez; cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones, se debe contar una vez. El volumen ocupado por los conductores en cm³ se debe calcular a partir de la tabla 370-16(b). No se deben contar los conductores que no salgan de la caja.

Excepción: Se permite omitir de los cálculos los conductores de puesta a tierra de equipo o no-más de cuatro conductores de equipo de tamaño nominal menor a 2,082 mm² (14 AWG) o ambos, cuando entren en una caja procedentes de un aparato bajo un domo, marquesina o similar y que terminen en la caja.

Tabla 370-16(b). Volumen de las cajas por cada conductor

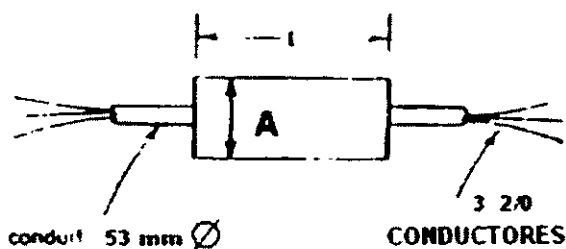
Tamaño nominal del conductor mm² (AWG)	Espacio libre en la caja para cada conductor cm³
0,8235 (18)	25
1,307 (16)	29
2,082 (14)	33
3,307 (12)	37
5,26 (10)	41
8,367 (8)	49
13,30 (6)	82

- 2) Volumen ocupado por las abrazaderas. Donde haya una o más abrazaderas internas para cables,

ART. 370.28 a) 1)

CAJA DE PASO TRAMO RECTOS

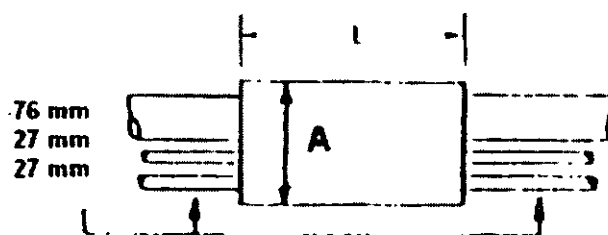
1. EJEMPLO



$L = 8 \times 53 = 424 \text{ mm mínimo}$

$A = 106 \text{ mm. pero debe considerarse el uso de contra tuercas, monitores, etc.}$

2.



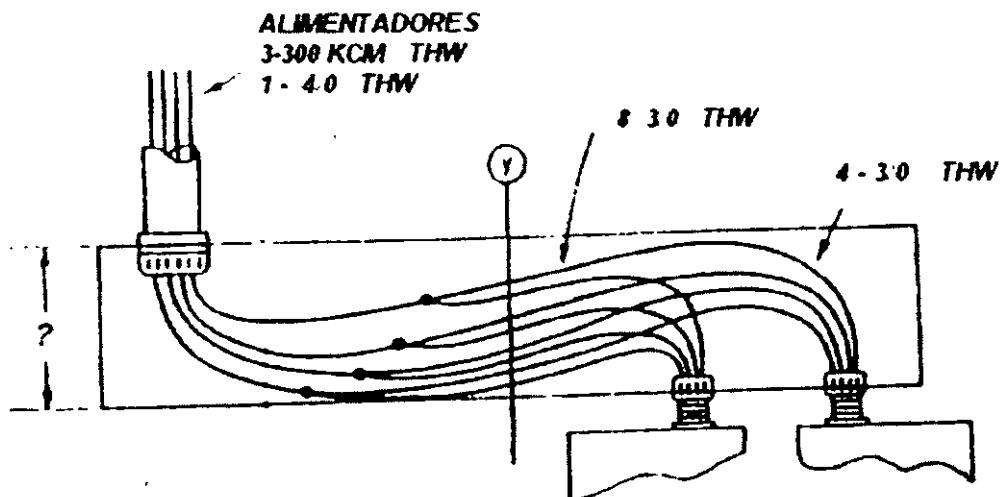
Para conductores mayores del No.-6

The 78 mm es el conduit mayor por lo tanto

$L = 8 \times 78 = 624 \text{ mm mínimo}$

$A = 260 \text{ mm (ancho necesario considerado contratuercas, monitores.)}$

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LOS CANALES PARA CABLES



DE LA TABLA 10-5 (CONTINUACION 1) DE LA NOM-001-SEDE-1999

TENEMOS:

PARA CABLE THW DE 3/0 AWG EL AREA ES 201 mm^2
SELECCION DEL TAMAÑO DEL DUCTO CUADRADO

$$8 \times 201 = 1608 \text{ mm}^2$$

DE ACUERDO A LA NORMA (ARTICULO 362), LA SUMA DE LAS AREAS DE LA SECCION TRANSVERSAL DE TODOS LOS CONDUCTORES EN CUALQUIER LUGAR DEL DUCTO NO DEBE SUPERAR EL 20% DEL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL MISMO ASI QUE: $1608 \times 5 = 8040 \text{ mm}^2$ EL VALOR COMERCIAL EXISTENTE ES $100 \times 100 \text{ mm} = 10000 \text{ mm}^2$, ESTE ES EL QUE SE UTILIZARIA.

PERO DE ACUERDO A LA FIGURA, LOS CABLES ALIMENTADORES DE 300 KCM TIENEN QUE SE CONSIDERADOS DE LA TABLA 373-6 (a), ESPACIO MINIMO PARA LA CURVATURA DE LOS CABLES EN LAS TERMINALES Y ANCHO MINIMO DE LOS CANALES, NOS INDICA QUE:

PARA UN CABLE DE 300 KCM, SE NECESITA UN ESPACIO DE 125 mm , VALOR MAYOR AL ENCONTRADO CON LOS CABLES DE 3/0.

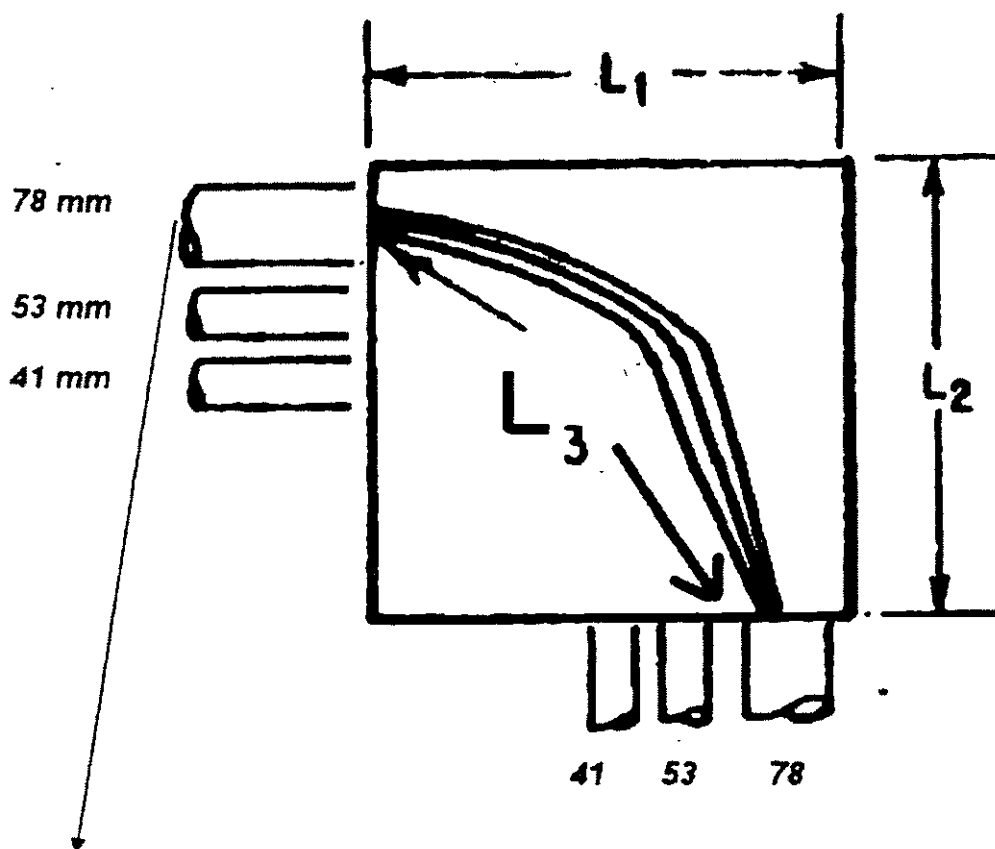
LA SELECCIÓN DEBE SER ESTE ÚLTIMO VALOR.

Tabla 3/3-6(a). Espacio mínimo para la curvatura de los cables en las terminales y ancho mínimo de los canales

Tamaño nominal del cable en mm ² (AWG o kcmil)	Cables por cada terminal				
	uno	dos	tres	cuatro	cinco
2,08-5,26 (14-10)	No especificado	---	---	---	---
8,3-13,3 (8-6)	40	---	---	---	---
21,15-26,6 (4-3)	50	---	---	---	---
33,6 (2)	65	---	---	---	---
42,41 (1)	75	---	---	---	---
53,4-67,4 (1/0-2/0)	90	125	180	---	---
85-107,2 (3/0-4/0)	100	150	200	---	---
126,7 (250)	115	150	200	250	---
152-177,3 (300-350)	125	200	250	300	---
202,7-253,4 (400-500)	150	200	250	300	350
304-354,2 (600-700)	200	250	300	350	400
380-456,4 (750-900)	200	300	350	400	450
506,7-634 (1000-1250)	250	---	---	---	---
760-1013,4 (1500-2000)	300	---	---	---	---

El espacio del doblar en las terminales se debe medir en línea recta de la punta del adaptador o del conector de alambre (en la dirección en que el alambre salga de la terminal) a la pared, barrera u obstrucción.

DIMENSION DE CAJAS DE EMPALME Y TIRO PARA CONDUCTORES DEL No.-4 Y MAYORES (370-28)



SE TOMA EL TUBO DE MAYOR DIAMETRO

$$78 \times 6 = 468 \text{ mm}$$

SE SUMA LOS DIAMENTROS DE LOS OTROS TUBOS DE LA MISMA HILERA.

$$L_1 = 468 + 53 + 41 = 562 \text{ mm}$$

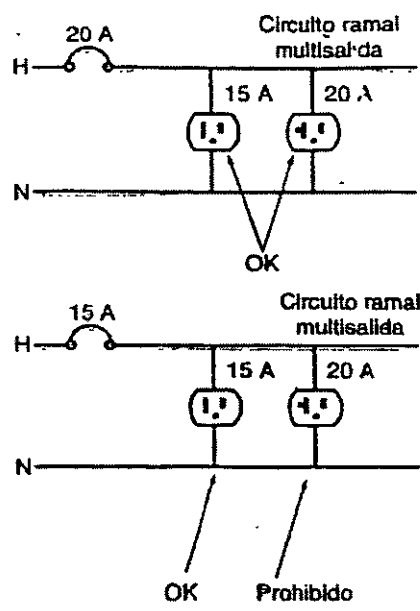
$$L_2 = 468 + 53 + 41 = 562 \text{ mm}$$

$$L_3 = 78 \times 6 = 468 \text{ mm}$$

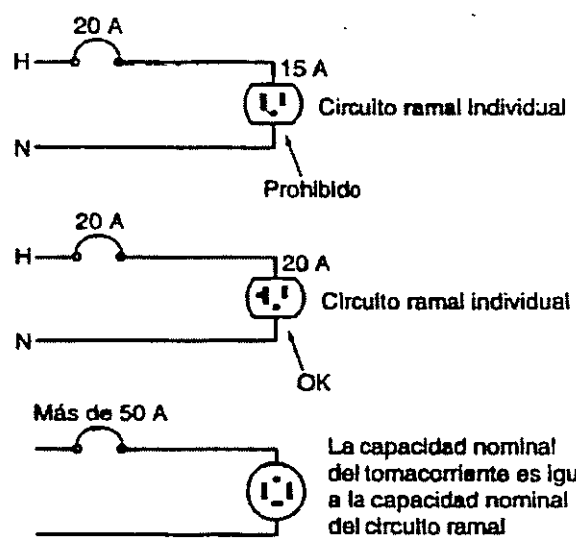
NOTA:

CUANDO LAS DIMENSIONES DE LAS CAJAS SEA SUPERIOR A 1.8 m; TODOS LOS CONDUCTORES DEBEN ESTAR INSTALADOS O SUJETOS DE MANERA APROBADA.

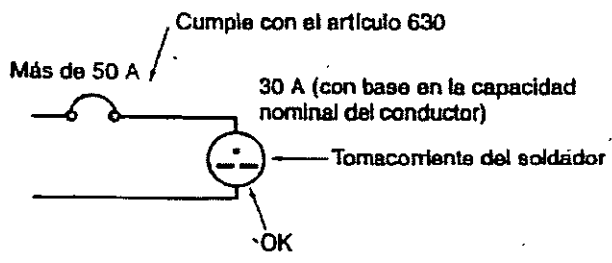
EN TRAMOS RECTOS, LA LONGITUD DE LA CAJA NO DEBE SER A 8 VECES EL DIAMETRO NOMINAL DE LA CANALIZACION MAS GRANDE.



Capacidad nominal de tomacorrientes instalados en circuitos multisalidas de 15 y 20 A.

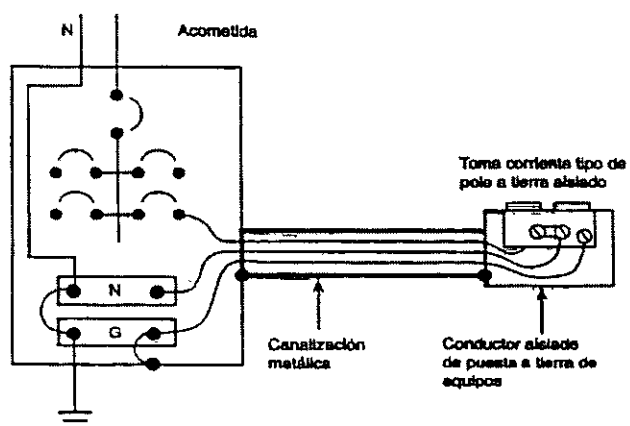


Capacidad nominal de tomacorrientes instalados en circuitos ramales individuales o clasificados para más de 50 A.

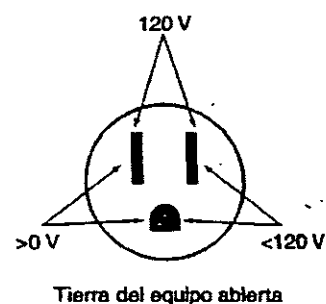
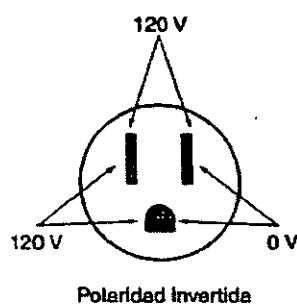
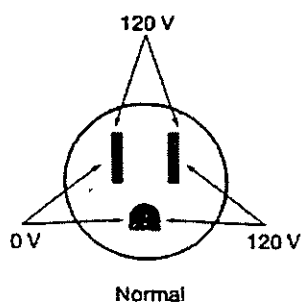


Capacidades nominales usadas para circuitos de alimentación de soldadores.

Tomacorriente con
polo a tierra
separado físicamen-
te. (Fuente: *Manual
NEC, Código
Eléctrico Nacional*,
1999, Fig. 250.53)



Mediciones de
tensión.



SOPORTE TIPO CHAROLA PARA CABLES

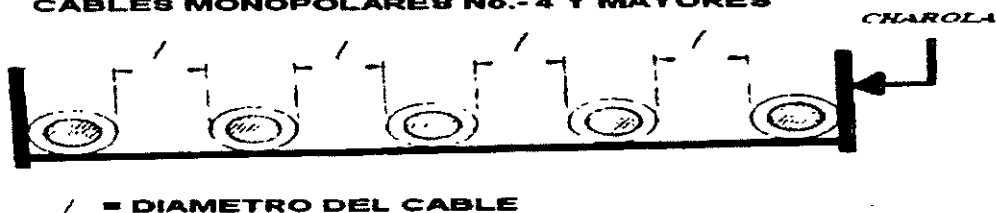


$W = A$ LA SUMA DE LOS DIAMENTROS DE CADA CABLE COMO MINIMO.

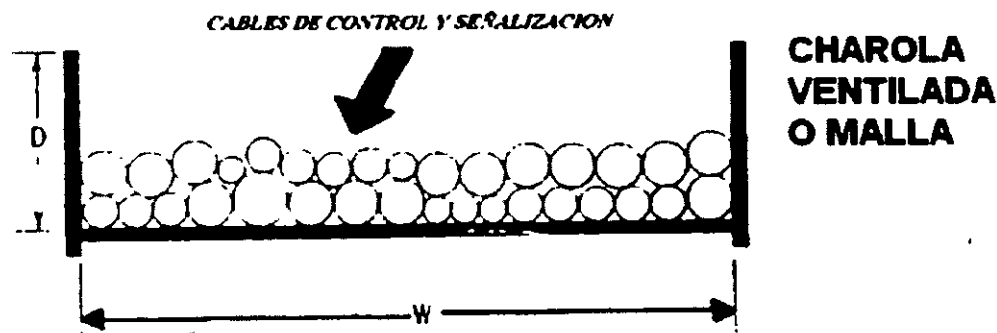
SU CAPACIDAD DE CONDUCCION ES 65% DE TABLAS 310-17 Y 310-19

SITIENE CUBIERTA 1.8 m SU CONDUCCION ES 60% TABLAS 310-17 Y 310-19

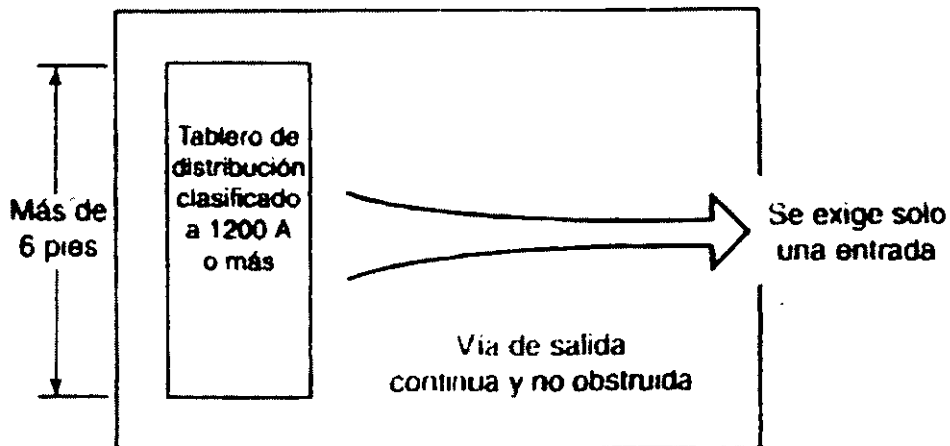
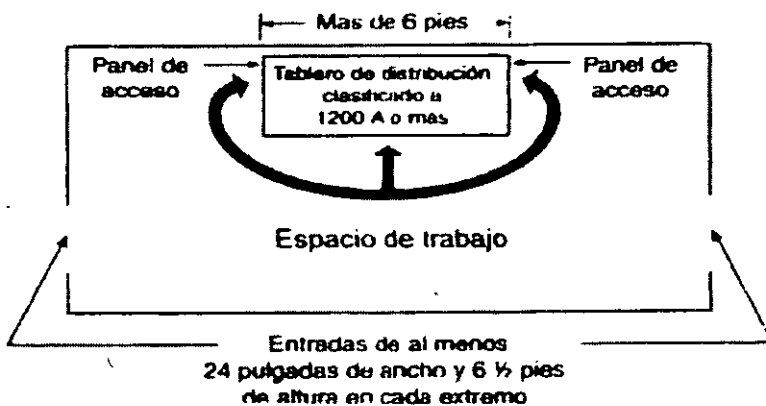
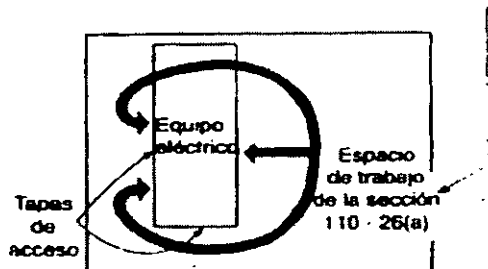
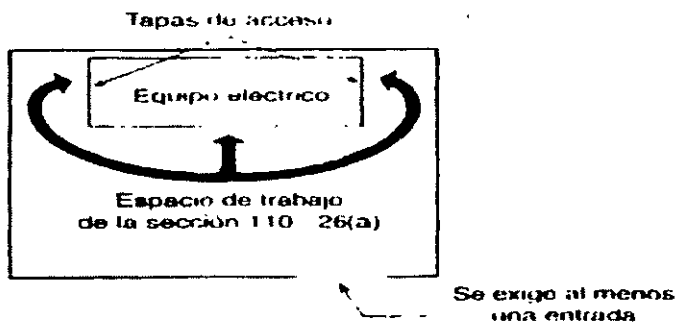
CABLES MONOPOLARES No.- 4 Y MAYORES



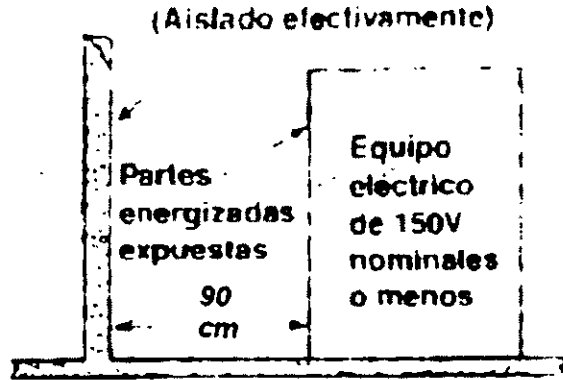
LA CAPACIDAD DE CONDUCCION ES (TABLAS 310-17 Y 310-19)



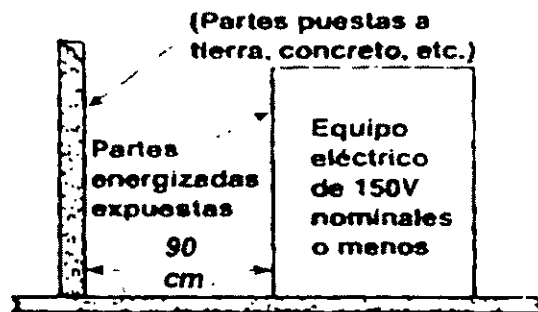
CON UNA PROFUNDIDAD UTIL DE 15 cm O MENOS.
LA SUMA DE LAS AREAS TRANSVERSALES DE TODOS.
LOS CABLES NO DEBE SUPERAR EL 50% DE LA
SECCION INTERIOR DE LA CHAROLA.
CUANDO LA CHAROLA TENGA UNA PROFUNDIDAD UTIL
DE MAS DE 15 cm, PARA EL CALCULO DE LA SECCION.
INTERIOR MAXIMA SE DEBE TOMAR 15 cm.



ART. 110-16 ESPACIO DE TRABAJO ALREDEDOR DEL EQUIPO ELÉCTRICO (DE 600 NOMINALES O MENOS)

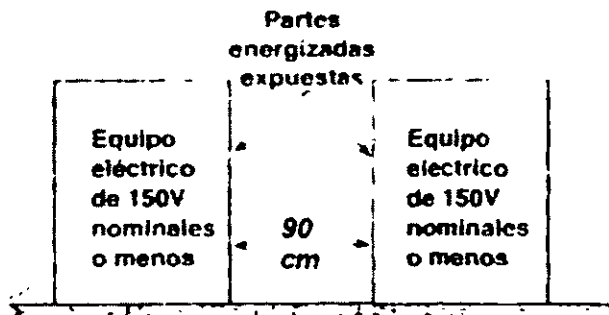


Condición 1:



Condición 2 :

La distancia podría aumentarse a
1.1 m para 151 - 600 V



Condición 3 .

La distancia podría aumentarse a
1.204 m para 151 - 600 V

CAÍDA DE TENSION

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

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

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

Para poder calcularlo tenemos que apoyarnos en dos fórmulas fundamentales:

La ley de ohm

$$I = \frac{V}{R} \quad \Rightarrow e = R I$$

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

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

Concepto de resistividad $R = \rho L / a$

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

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

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

Por ejemplo si se conectaran a:

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

CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

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

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

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

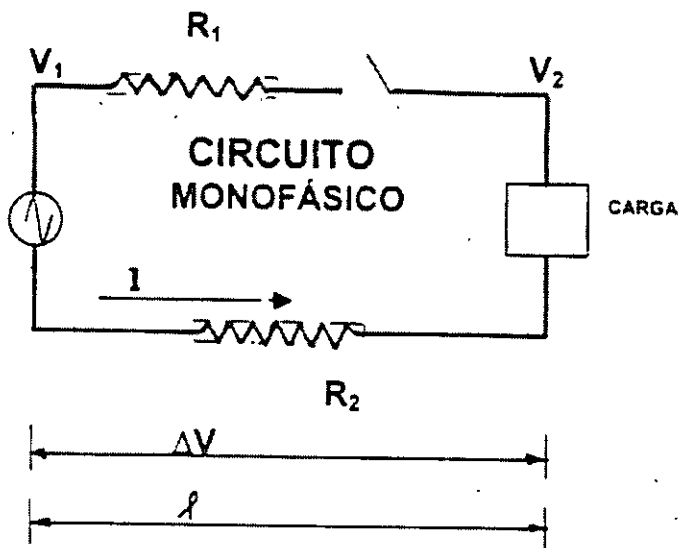
$$\Delta V = RI = \rho \frac{\ell}{s} I$$

Pero $R_1 = R_2$

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

$$\begin{array}{l} \text{Si } V_1 \text{ ----- } 100 \% \\ \Delta V \text{ ----- } e \% \end{array}$$

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



En función de la tensión inicial

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

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

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

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

$$S = \frac{3.5 \cdot L \cdot T}{V \cdot e \%}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COMPROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAÍDA DE TENSIÓN

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

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

Pero por facilidad se redujo a:

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

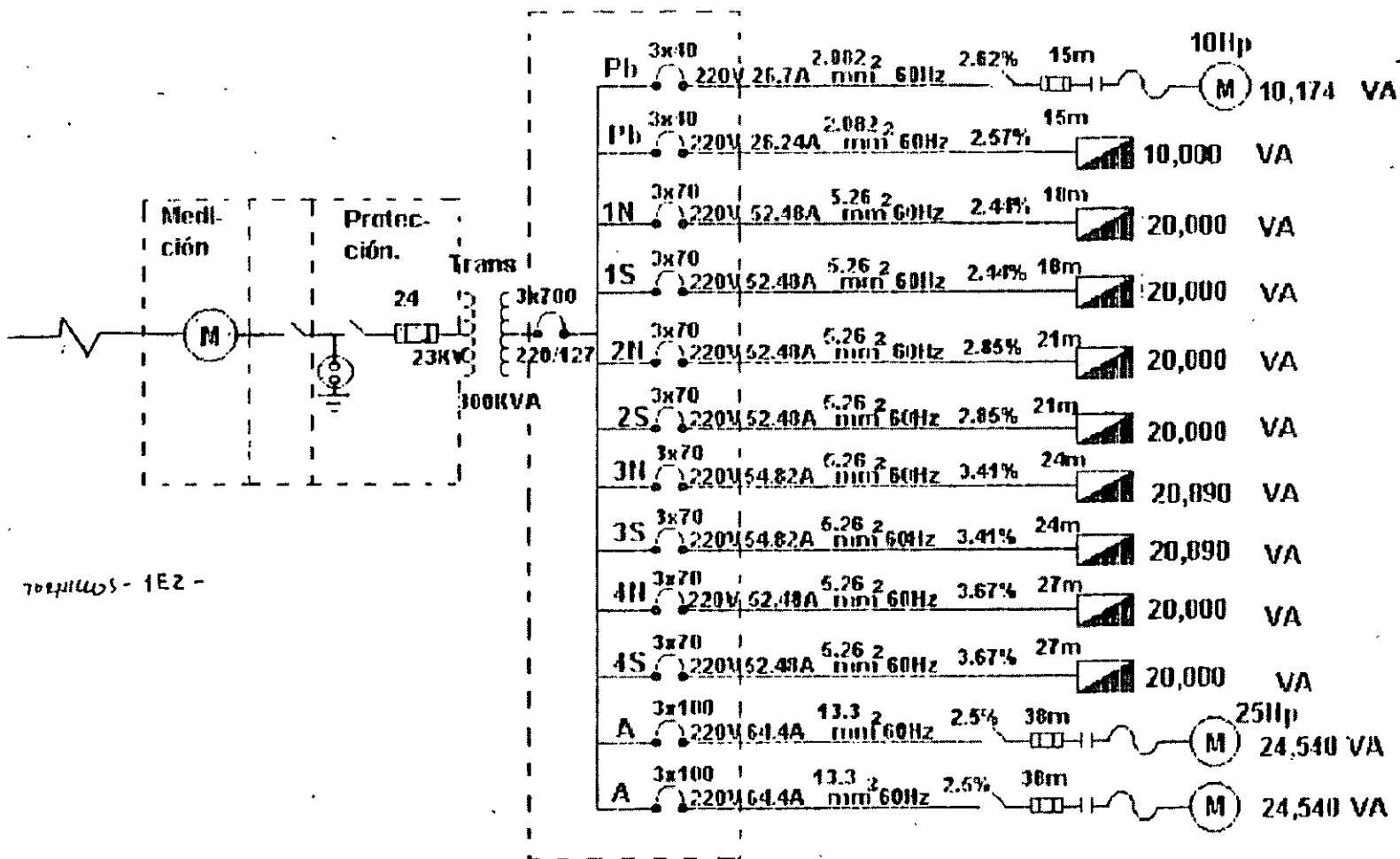
al revisar cada uno de ellos se nota que al llegar a la mitad se encuentra el mayor e inclusive se repite para nuestro caso dio 3.243% que puede ser tolerable.

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

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

Comprobando con la fórmula para el caso mas extremo:

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



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

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2 000 V, 60 °C a 90 °C. No más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30 °C

Área de la sección transversal mm ² (AWG - kCM)	Temperaturas máximas de operación (Véase Tabla 310 - 13).					
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
	TIPOS TW ^a UF ^a	TIPOS RHW ^a , THW ^a THHW ^a , THW-LS THHW-LS THWN ^a , XHHW ^a USE ^a	TIPOS SA, SIS, FEP ^a FEPB ^a , RHH ^a RHW-2, THW-2 THHW ^a THHW-LS, TT THWN-2, THHN ^a USE-2, XHHW ^a XHHW-2	TIPOS TW ^a UF ^a	TIPOS RHW ^a , THW ^a THHW ^a , THW-LS THHW-LS THWN ^a , XHHW ^a USE ^a	TIPOS SA, SIS RHH ^a , RHW-2 THW-2, THHW ^a THHW-LS THWN-2, THHN ^a USE-2, XHHW ^a XHHW-2
	C O B R E			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.8235 (18)	....	....	14	....	....	....
1.307 (16)	....	....	18	....	....	....
2.082 (14)	20*	20*	25*	....	....	....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8.367 (8)	40	50	55	30	40	45
13.30 (6)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42.41 (1)	110	130	150	85	100	115
67.43 (2/0)	125	150	170	100	120	135
85.01 (3/0)	145	175	195	115	135	150
107.2 (4/0)	165	200	225	130	155	175
126.7 (250)	195	230	260	150	180	205
152.0 (300)	215	255	290	170	205	230
177.3 (350)	240	285	320	190	230	255
202.0 (400)	260	310	350	210	250	280
250.0 (500)	280	335	380	225	270	305
300.0 (600)	320	380	430	260	310	350
350.0 (750)	355	420	475	285	340	385
506.7 (1 000)	400	475	535	320	385	435
	455	545	615	375	445	500
Factores de corrección						

SUMINISTRO Y USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

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

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

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

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

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

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

REQUISITOS GENERALES PARA INSPECCIONES ELÉCTRICAS

✓	No.	Actividad de Inspección	Referencia NOM-001-SEDE-1989	Comentarios
	1	Verificación de tensiones empleadas (120V/240V, 220V/127.5V, 480V/277V, 480 V como valores preferentes.	110-4	
	2	Verificar que los productos o equipos eléctricos utilizados en las instalaciones deben usarse o instalarse de acuerdo a las instalaciones incluidas en la etiqueta instructivo o marcado.	110-3	
	3	Los conductores utilizados en las instalaciones serán de cobre a no ser que se especifique otra cosa.	110-5	
	4	Verificar que las capacidades nominales de interrupción sean adecuadas para las condiciones de operación.	110-9	VER ANEXO No.-1
	5	No deben instalar conductores o equipos en locales húmedos o mojados, expuestos a gases o vapores o temperaturas excesivas.	110-11	
	6	Verificar que las aberturas no utilizadas en cajas, canaletas, gabinetes o canalizaciones se deben cerrar efectivamente.	110-12(a)	
	7	Revisar que el equipo eléctrico debe estar sujeto firmemente a la superficie sobre la que se monte. No usar taquetes de madera en ladrillo, concreto yeso o materiales similares.	110-13	VER ANEXO No.-2
	8	Revisar las conexiones eléctricas ya que deben usarse conectores o uniones a presión y terminales soldables apropiadas para el material del conductor. No deben unirse terminales y conductores distintos como cobre y aluminio.	110-14(a) y (b)	VER ANEXO No.-3
	9	Revisar la temperatura nominal de las terminales	110-14(c)	VER ANEXO No.-4
	10	Verificar espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico (de 600V nominales o menos.)	110-16 (a) (b) (e)	VER ANEXO No.-5
	11	Revisar la identificación de los medios de desconexión y panales de distribución.	110-22, 384-13	

**Tabla 346-12. Soportes para tubo (conduit) metálico
tipo pesado**

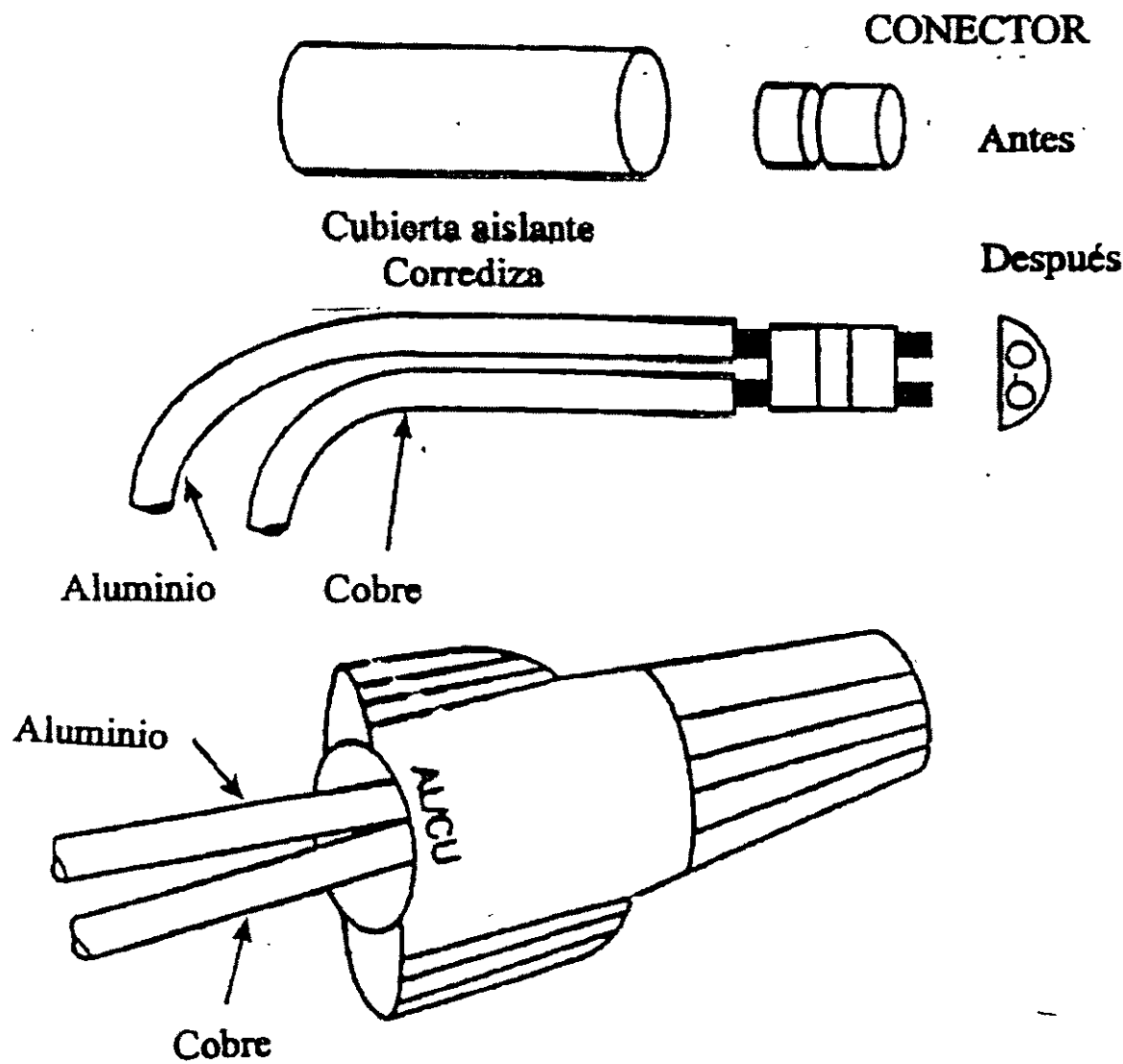
Tamaño nominal (mm)	Distancia máxima entre soportes en metros
16 - 21	3,9
27	3,7
35 - 41	4,3
53 - 63	4,9
78 y mayores	6,1



**Tabla 347-8. Soportes de tubo (conduit) rígido
no-metálico tipo pesado o ligero**

Tamaño nominal (mm) (in)	Separación máxima entre soportes en metros
16(1/2)	1,0
21(3/4)	1,0
27(1)	1,0
35(1-1/4)	1,5
41(1-1/2)	1,5
53(2)	1,5
63(2-1/2)	1,8
78(3)	1,8
91(3-1/2)	2,1
103(4)	2,1
129(5)	2,1
155(6)	2,4

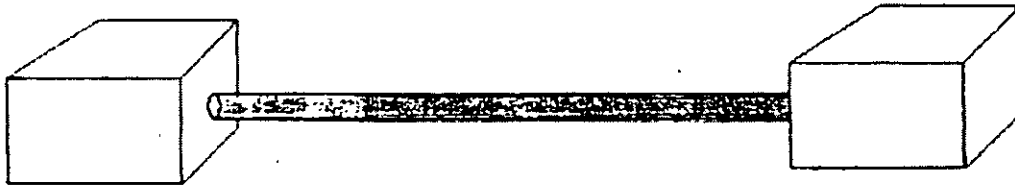
Capuchón para conductores Cu/ Al



LIMITACIONES POR TEMPERATURA

TERMINAL DE 60 °C

TERMINAL DE 60 °C



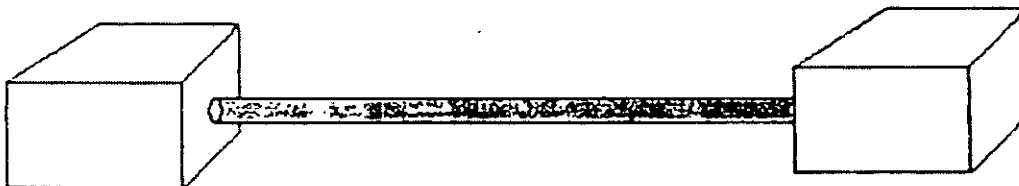
COLUMNA DE 60°C
55 A MAX

CALIBRE DE CU. No. - 6 AWG
TIPO THW- 75°C
NOM-001 TABLA 310-16
CAPACIDAD DE CONDUCCION 55A

COLUMNA DE 75°C
65 MAX

TERMINAL DE 75 °C

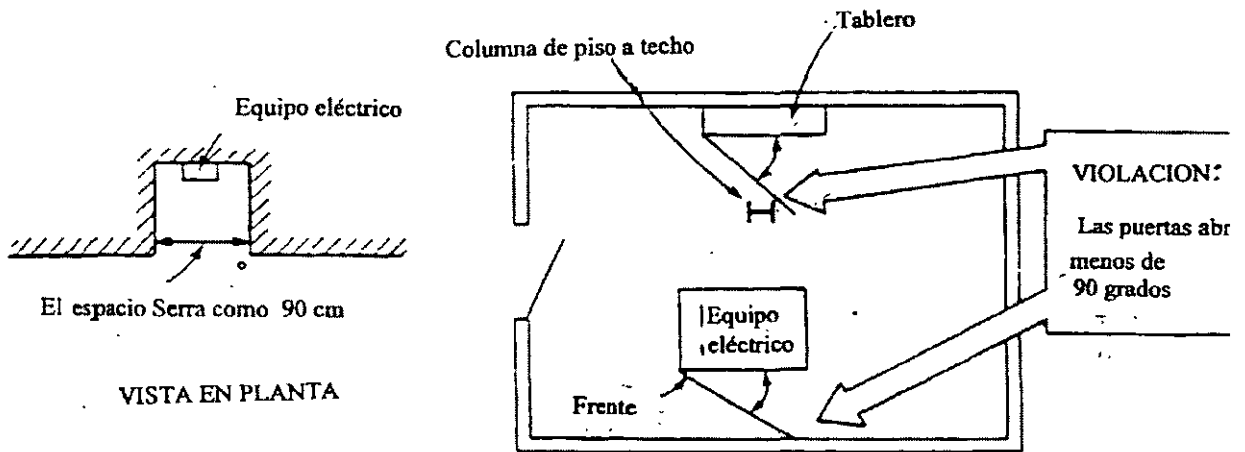
TERMINAL DE 75 °C



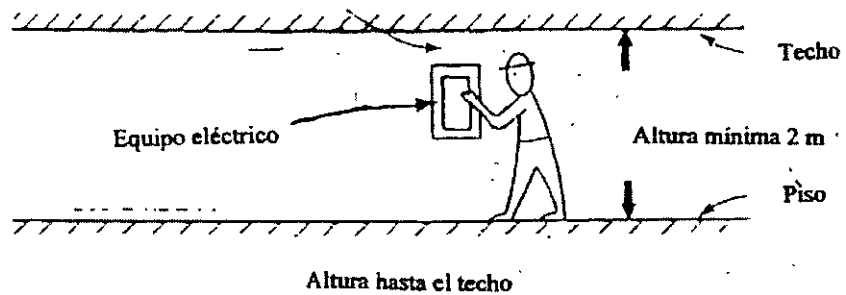
COLUMNA DE 60°C
145 A

CALIBRE DE CU. No. - 2/0 AWG
TIPO THW- 75°C
NOM-001 TABLA 310-16
CAPACIDAD DE CONDUCCION
CUALQUIERA DE LOS DOS CASOS.

COLUMNA DE 75°C
175 MAX



Espacio requerido en frente de un equipo eléctrico.



Las tablas 310-16 a 310-19 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente. A este respecto véase 110-3.
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

b) Supervisión por personas calificadas. Con la supervisión de personas calificadas se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

Ecuación:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{RCD(1 + YC)RCA}}$$

donde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

RCD = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC.

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

c) Selección de la capacidad de conducción de corriente. Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corrientes que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor. *Excepción:* Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales, véase 110-14(c).

d) Ductos eléctricos. Como se usa en el artículo 310, se entiende por ductos eléctricos cualquiera de los sistemas de tubo (conduit) reconocidos en el capítulo 3 como adecuados para uso subterráneo; y otras canalizaciones de sección transversal circular aprobadas y listadas para uso subterráneo, ya sea enterradas directamente o embebidas en concreto.

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
mm²	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	AWG/kcmil
	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, TH 1V*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS. UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0.8235	—	—	14	—	—	—	18
1.307	—	—	18	—	—	—	16
2.082	20*	20*	25*	—	—	—	14
3.307	25*	25*	30*	—	—	—	12
5.26	30	35*	40*	—	—	—	10
8.367	40	50	55	—	—	—	8
13.3	55	65	75	40	50	60	6
21.15	70	85	95	55	65	75	4
26.67	85	100	110	65	75	85	3

	Cobre			Aluminio			
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C. multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (), no debe superar 15 A para 2,082 mm²(14 AWG); 20 A para 3,307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

Tabla 310-17. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V no niales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °C

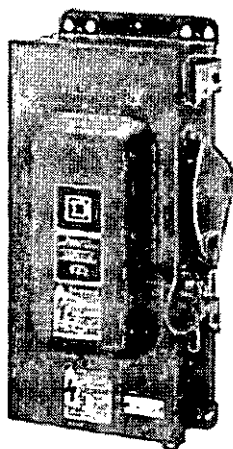
Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, XHHW*, XHHW-2	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, USE-2, TIPOS XHH, XHHW, XHHW-2	
mm ²	Cobre			Aluminio			AWG/kcmil
0,8235	....	—	18	....	....	....	18
1,307	....	—	24	....	....	....	16
2,082	25*	30*	35*	....	....	....	14
3,307	30*	35*	40*	—	—	—	12
5,26	40	50*	55*	—	—	—	10
8,367	60	70	80	—	—	—	8
13,3	80	95	105	60	75	80	6
21,15	105	125	140	80	100	110	4
26,67	120	115	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,41	165	195	220	130	155	175	1
53,48	195	230	260	150	180	205	1/0
67,43	225	265	300	175	210	235	2/0
85,01	260	310	350	200	240	275	3/0
107,2	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,03	655	785	855	515	620	700	750
405,37	680	812	920	535	645	725	800
456,04	730	870	985	580	700	785	900
506,71	780	935	1055	625	750	845	1000
633,39	890	1065	1200	710	855	960	1250
760,07	980	1175	1325	795	950	1075	1500
886,74	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
1013,42	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000

Interruptores de seguridad

Servicio pesado

Tablas de selección

Clase 3110



Servicio pesado

Sistema	Amp. (A)	NEMA Tipo 1 Interior	NEMA Tipo 3R a prueba de lluvia	NEMA Tipo 12 k con discos removibles	NEMA Tipo 1: 3R sin discos
		No. catálogo	No. catálogo	No. catálogo	No. catálogo
3 polos - 240 V~ con porta fusibles					
	30	H321N	H321NRB	H321A	H321AWK
	60	H322N	H322NRB	H322A	H322AWK
	100	H323N	H323NRB	H323A	H323AWK
	200	H324N	H324NRB	H324A	H324AWK
	400	H325	H325R	—	H325AWK
	600	H326	H326R	—	H326AWK
	800	H327	H327R	—	—
	1200	H328	H328R	—	—
3 polos - 600 V~ con porta fusibles					
	30	H361	H361RB	H361DS	H361A
	60	H362	H362RB	H362DS	H362A
	100	H363	H363RB	H363DS	H363A
	200	H364	H364RB	H364DS	H364A
	400	H365	H365R	H365DS	H365AWK
	600	H366	H366R	H366DS	H366AWK
	800	H367	H367R	—	—
	1200	H368	H368R	—	—

Capacidad interruptiva

Fusible Clase	Amperes sim ron (A)
H	10 000
R	200 000
J	
L	

Fusibles Clase J

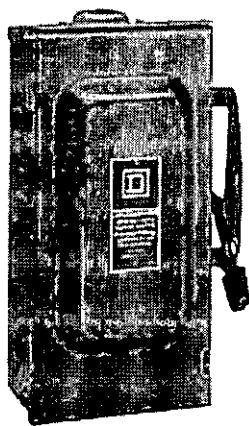
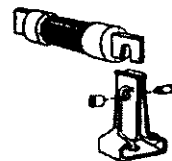
La instalación de fusibles Clase J es posible en 30 - 40 A, 600 V~ y 100 - 400 A, 240 V~, en interruptores de servicio pesado, la conversión requiere ajustar la base de carga (prevista para fusibles Clase H) a una posición alternativa indicada en el gabinete.

Interruptores de 600 A, 240 V~ ó 600 V~ requieren un adaptador Cat. H600J (1 accesorio para 3 polos).

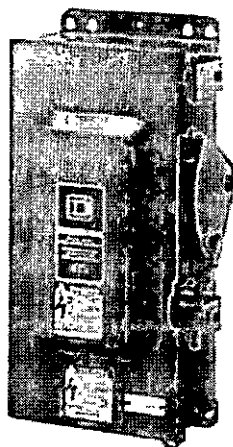
Interruptores de 800 A y 1200 A usan fusibles Clase L (atornillable) para sistemas hasta 200 000 A sim a 600 V~ máximo.

Fusibles Clase R

Los interruptores de 30 - 600 A servicio pesado pueden utilizar fusibles Clase R como estándar para 200 000 A sim. Ver accesorios para fusibles Clase R pág. 5/7 para el accesorio.



Series E



Series F

Interrupidores industriales en caja moldeada

Interrupidores automáticos

Información general

Clase 600

Interrupidores Industriales

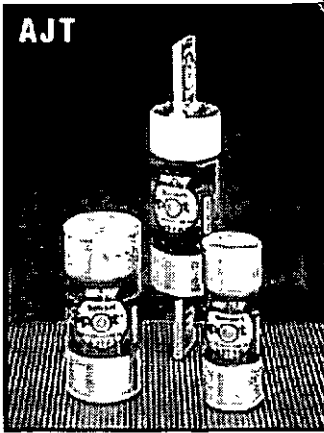
Perfil		Poles	Amperes (A)	Capacidad interruptiva nominal A elm						Volts m	
Unitario	I-LINE			Volts - 50/60 Hz						250	500
				120	240	480Y/277	480	600	125		
	FY	1	15 - 30	18 k	14 k	14 k	—	—	—	—	—
FAL	FA	1	15 - 100	10 k	—	—	—	—	5 k	—	—
240 V	240 V	2	15 - 100	18 k	10 k	—	—	—	5 k	5 k	—
		3	15 - 100	10 k	10 k	—	—	—	5 k	5 k	—
FAL	FA	1	15 - 100	25 k	18 k	18 k	—	—	10 k	—	—
480 V	480 V	2	15 - 100	25 k	25 k	18 k	—	—	10 k	10 k	—
		3	15 - 100	25 k	25 k	18 k	18 k	—	10 k	10 k	—
FAL	FA	2	15 - 100	25 k	26 k	18 k	18 k	14 k	10 k	10 k	—
600 V	600 V	3	15 - 100	25 k	25 k	18 k	18 k	14 k	10 k	10 k	—
		1	15 - 30	65 k	65 k	65 k	—	—	10 k	—	—
FHL	FH	1	35 - 100	65 k	25 k	25 k	—	—	10 k	—	—
		2, 3	15 - 100	65 k	65 k	25 k	25 k	18 k	10 k	10 k	—
KAL	KA	2, 3	70 - 250	42 k	42 k	25 k	25 k	22 k	10 k	10 k	—
KHL	KH	2, 3	70 - 250	65 k	65 k	35 k	35 k	25 k	10 k	10 k	—
LAL	LA	2, 3	125 - 400	42 k	42 k	30 k	30 k	22 k	10 k	10 k	—
LHL	LH	2, 3	125 - 400	65 k	65 k	35 k	35 k	25 k	—	—	—
MAL	—	2, 3	300 - 1000	42 k	42 k	30 k	30 k	22 k	14 k	14 k	—
—	MA	2, 3	300 - 800	42 k	42 k	30 k	30 k	22 k	14 k	14 k	—
MHL	—	2, 3	300 - 1000	65 k	65 k	65 k	65 k	25 k	14 k	14 k	—
—	MH	2, 3	300 - 800	65 k	65 k	65 k	65 k	25 k	14 k	14 k	—
NAL	NA	2, 3	600 - 1200	100 k	100 k	60 k	50 k	25 k	—	—	—
NCL	NC	2, 3	600 - 1200	125 k	125 k	100 k	100 k	65 k	—	—	—
PFA	—	2, 3	800 - 2000	65 k	65 k	60 k	50 k	42 k	—	—	—
PHF	—	2, 3	800 - 2000	125 k	125 k	100 k	100 k	65 k	—	—	—

SMARTSPOT
Máxima Protección

Los fusibles AJT SmartSpot cuentan con un indicador visual de fusible abierto.

Los fusibles JT proveen protección tipo 2 "sin daño" a circuitos con corrientes de energización, alimentación principal, secundaria y cualquier tipo de cargas.

Además proveen protección tipo 2 a los contactores IEC y NEMA. Los fusibles clase J ofrecen protección tanto contra sobrecargas como contra cortocircuitos.



Características

- **Tiempo de retardo** para soportar corriente de arranque de motores y de energización de transformadores
- **Alta limitación de corriente** tiene una corriente pico muy baja
- **Tamaño reducido** requiere de menor espacio y los portafusibles osn más económicos.
- **Ahorro de energía** debido a tener una menor resistencia.
- **Indicador remoto** (contactar fábrica).

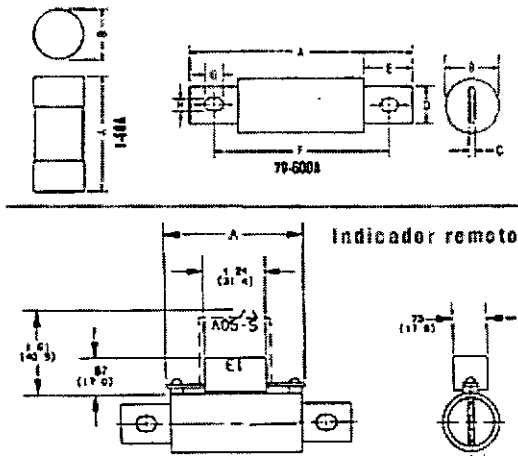
Dimensiones

CAPACIDADES EN AMPERIOS	A		B		C		D	
	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm
1-30	2-1/4	57	13/16	21	---	---	---	---
31-60	2-3/8	60	1-1/16	27	---	---	---	---
61-100	4-5/8	117	1-1/8	29	1/8	3.2	3/4	19
101-200	5-3/4	146	1-5/8	41	3/16	4.8	1-1/8	29
201-499	7-1/8	181	2-1/8	54	1/4	6.3	1-5/8	41
401-600	8	203	2-1/2	64	3/8	9.5	2	51

CAPACIDADES EN AMPERIOS	E		F		G		H	
	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm
1-30	---	---	---	---	---	---	---	---
31-60	---	---	---	---	---	---	---	---
61-100	1	25	3-5/8	92	3/8	10	9/32	7
101-200	1-3/8	35	4-3/8	111	3/8	10	9/32	7
201-499	1-7/8	48	5-1/4	133	17/32	14	13/32	10
401-600	2-1/8	54	6	152	11/16	18	17/32	13

Portafusibles recomendados de Bloque y Ultrasafe® para fusibles clase J

CAPACIDAD EN AMPERIOS	600V o menor	
	1 Polo Cat N°	3 Polos Cat N°
0-30	60306J US3J1	60308J 25
31-60	60606J US6J1	60608J US6J3
61-100	61036J	61038J
101-200	62001J	62003J
201-400	64031J	64033J
401-600	6631J	6633J



Certificaciones

AJT (1 a 600A)
Listado por UL según estándar 248-8.

Capacidades

CA: 1 a 600A / 600VCA 200kA, I.R.
CD: 1 a 600A / 500VCD 100kA, I R

Aplicaciones

- Motores
- Alimentación principal
- Equipo de control de motores
- Transformadores
- Respaldo para breakers
- Centros de Carga
- Paneles de control
- Iluminación
- Calefacción y cargas en general

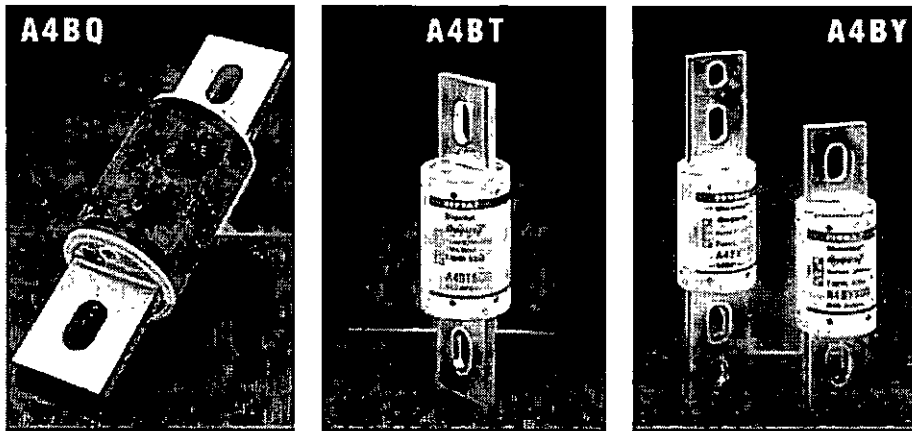
Ventajas

- Tiempo de retardo
- Alta limitación de corriente
- Capacidad de CD
- Indicador remoto opcional (70 a 600A)
- Para control
- Indicador de fusible abierto

AMP-TRAP 2000®**Clase L de Tiempo de Retardo
A4BQ / A4BT / A4BY****Máxima Limitación de Corriente**

Los fusibles Amp-trap2000 A4BQ tienen 20% más limitación de corriente que cualquier otro fusible Clase L en el mercado

Cuando se coordinan correctamente otorgan una protección superior a los equipos de líneas de alimentación

**Características**

- ⦿ **Operación muy rápida bajo condiciones de corto circuito** 40% más baja que cualquier otro clase L.
- ⦿ **A4BQ y A4BY** retienen el 500% de su corriente nominal un mínimo de 4 seg.
- ⦿ **A4BT** retiene el 500% de su corriente nominal por 10 segundos.
- ⦿ **Alta limitación de corriente** tiene una corriente pico muy baja
- ⦿ **Elemento y terminales de plata** asegura una baja corriente de paso, menor consumo de energía y aumenta la vida del fusible
- ⦿ **Recomendados** para protección total de la instalación (instalarse después del transformador principal y antes de los breakers).

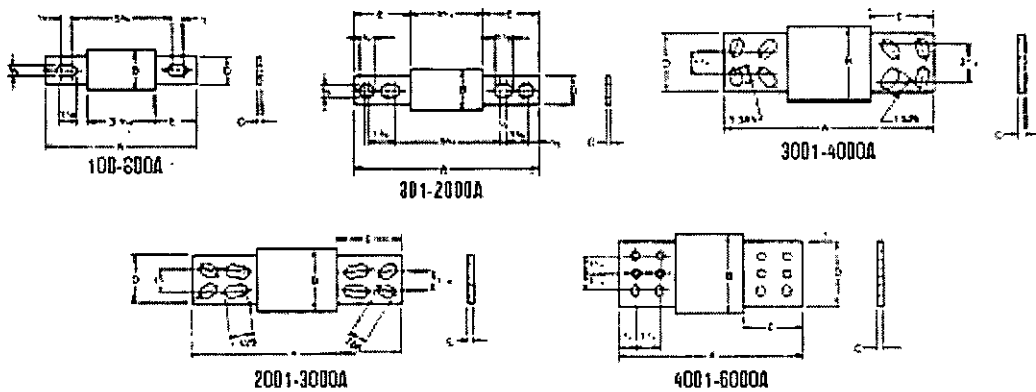
Dimensiones

CAPACIDADES EN AMPERIOS	A		B		C		D	
	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm
100-600	8-5/8	219	2	51	5/16	8	1-5/8	41
601 - 800	8-5/8	219	2-1/2	63	3/8	9	2	51
801 - 1200	10-3/4	273	2-1/2	63	3/8	9	2	51
1201-1600	10-3/4	273	3	76	7/16	11	2-3/8	60
1601-2000	10-3/4	273	3-1/2	89	1/2	12	2-3/4	70
2001-2500	10-3/4	273	4-1/2	114	3/4	19	3-1/2	89
2501-3000	10-3/4	273	5	127	3/4	19	4	102
3001-4000	10-3/4	273	5-3/4	146	3/4	19	4-3/4	121
4001-5000	10-3/4	273	6-1/4	159	1	25	5-1/4	133
5001-6000	10-3/4	273	7-1/8	181	1	25	5-3/4	146

CAPACIDADES
EN AMPERIOS

E

	Pulg.	mm
100-600	2-13/32	61
601 - 800	2-13/32	61
801 - 1200	3-15/32	88
1201-1600	3-15/32	88
1601-2000	3-15/32	88
2001-2500	3-15/32	88
2501-3000	3-15/32	88
3001-4000	3-15/32	88
4001-5000	3-15/32	88
5001-6000	3-15/32	88



Certificaciones

Listado por UL según estándar 248-10 (601 a 6000A)

Capacidades⊗ **A4BQ**

CA: 100 a 6000A / 600VCA 200kA. I.R.
CD: 601 a 3000A / 600VCD 100kA, I.R.

⊗ **A4BY**

CA: 200 a 6000A / 600VCA 200kA I.R.
CD: 200 a 2500A / 300VCD 100kA, I.R.

⊗ **A4BT**

CA: 200 a 2000A / 600VCA 200kA I.R.
CD: 200 a 2000A / 500VCD 100kA, I.R.

Aplicaciones

- ⊗ Líneas de alimentación
- ⊗ Motores grandes
- ⊗ Iluminación, calefacción y cargas en general.
- ⊗ Protección de respaldo para breakers
- ⊗ CD: UPS, desconectores de batería y otras aplicaciones de CD.

Ventajas

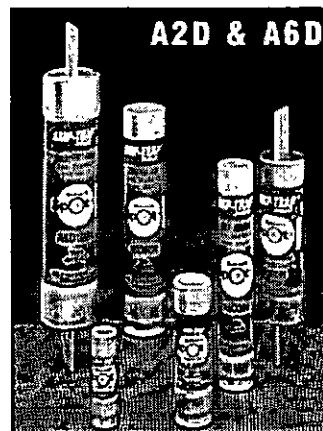
- ⊗ Tiempo de retardo.
- ⊗ Fusible clase L de mayor limitación de corriente en el mercado.
- ⊗ Elementos de plata pura para usarse en CA y CD

AMP-TRAP 2000® Clase RK1 de Tiempo de Retardo A2D y A6D

Modernice sus circuitos para lograr Protección Tipo 2

Los fusibles A2D y A6D "SmartSpot" vienen con un indicador visual de fusible abierto.

Los fusibles A2D y A6D pueden usarse para aumentar la protección a tipo "2" (sin daño) en circuitos principales de alimentación y para cualquier tipo de carga.



Características

- **Tiempo de retardo** para soportar corriente de arranque de motores y transformadores
- **Alta limitación de corriente.**
- **Fusibles de rechazo** evita errores al reemplazarlos, si se usan los portafusibles de rechazo adecuados.
- **Menor consumo de energía.**

Dimensiones Fusibles Clase RK5

CAPACIDADES EN AMPERIOS	A		B		C		D	
	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm
FUSIBLES 250V								
0-30	2	51	9/16	14	---	---	---	---
31-60	3	76	13/16	21	---	---	---	---
6-100	5-7/8	149	1-1/16	27	1/8	3	3/4	19
101-200	7-1/8	181	1-9/16	40	3/16	5	1-1/8	28
201-400	8-5/8	219	2-1/16	53	1/4	6	1-5/8	41
400-600	10-3/8	264	2-9/16	66	1/4	6	2	51
CAPACIDADES EN AMPERIOS	E							
	Pulg.	mm						
0-30	---	---						

31-60	---	---
6-100	1	25
101-200	1-3/8	35
201-400	1-7/8	48
400-600	2-1/4	57

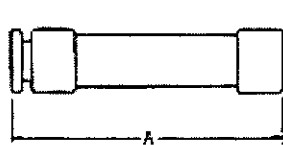
CAPACIDADES EN AMPERIOS	A		B		C		D	
	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm

FUSIBLES 600V

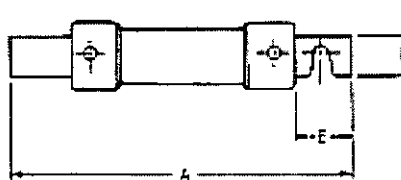
0-30	5	127	13/16	21	---	---	---	---
31-60	5-1/2	139	1-1/16	27	---	---	---	---
6-100	7-7/8	200	1-5/16	34	1/8	3	3/4	19
101-200	9-5/8	244	1-13/16	46	3/16	5	1-1/8	28
201-400	11-5/8	295	2-9/16	66	1/4	6	1-5/8	41
400-600	13-3/8	340	3-1/8	80	1/4	6	2	51

CAPACIDADES EN AMPERIOS	E							
	Pulg.	mm						

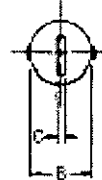
0-30	---	---
31-60	---	---
6-100	1	25
101-200	1-3/8	35
201-400	1-7/8	48
400-600	2-1/4	57



0-60A



61-600A



Portafusibles recomendados fusibles Clase RK1

FUSIBLE CAPACIDAD EN AMPERIOS	Número de Catálogo 250V		FUSIBLE CAPACIDAD EN AMPERIOS	Número de Catálogo 600V	
	1 Polo	3 Polos		1 Polo	3 Polos
0-30	20306R	20308R	0-30	60306R	60308R
31-60	20606R	20608R	31-60	60606R	60608R
61-100	21036R	21038R	61-100	61036R	61038R
101-200	22001R	22003R	101-200	62001R	62003R
201-400	24001R	24003R	201-400	64001R	64003R
401-600	2631R	2633R	401-600	6631R	6633R

Certificaciones

Listado por UL según estándar
248-12

Capacidades

A2D/CA: 1/10 a 600A / 250VCA 200kA,
I.R.
A6D/CA: 1/10 a 600A / 500VCD 100kA,
I.R.

Aplicaciones

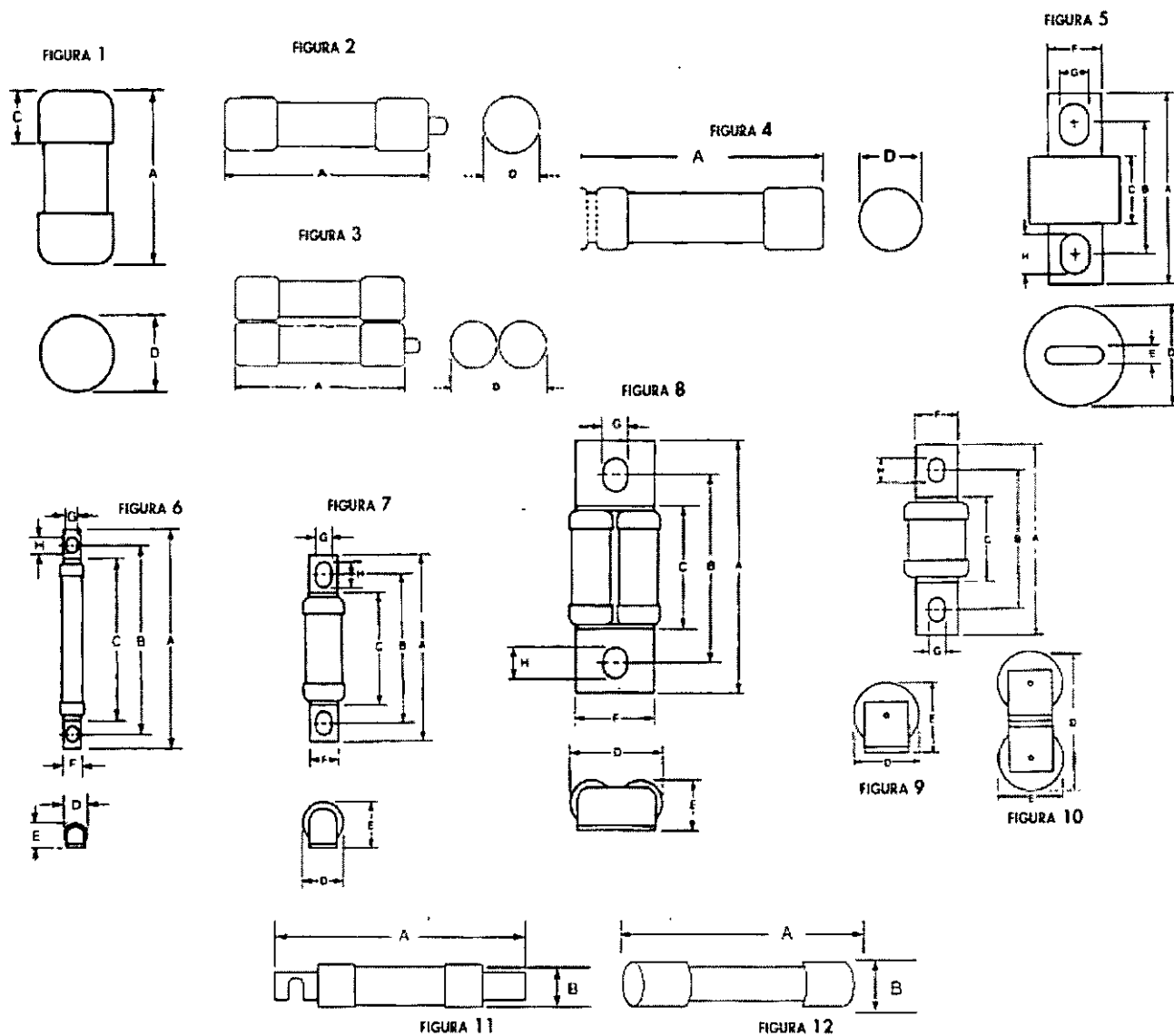
- ☐ Motores
- ☐ Desconectores de seguridad
- ☐ Transformadores
- ☐ Circuitos de alimentación
- ☐ Switches
- ☐ Paneles de control
- ☐ Circuitos de propósito general

Ventajas

- ☐ Tiempo de retardo
- ☐ Limitación de corriente
- ☐ Terminales plateados

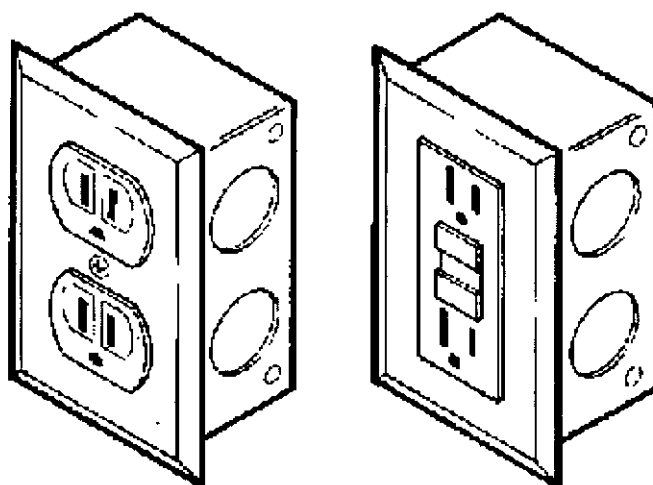
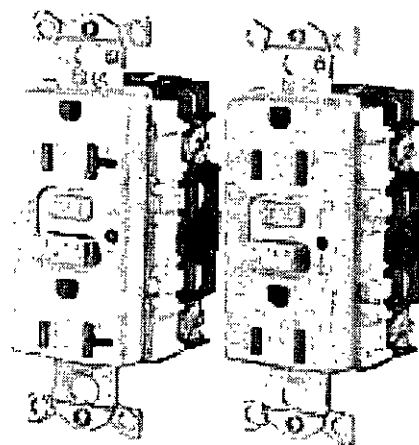
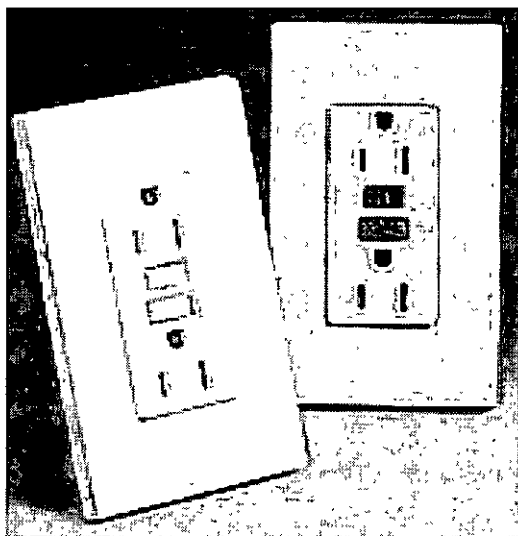
FUSIBLES

Para uso industrial - figuras y dimensiones



DIMENSIONES	FIGURA	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1	35	-	-	10.3	-	-	-	-
B	1/2	38.1	-	-	10.3	-	-	-	-
C	3	38.1	-	-	20.6	-	-	-	-
D	4	50.8	-	-	14.3	-	-	-	-
E	4	76.2	-	-	20.6	-	-	-	-
F	4	127	-	-	20.6	-	-	-	-
G	1	57.2	-	-	20.6	-	-	-	-
H	1	60.3	-	-	27	-	-	-	-
I	1	50.8	-	12.7	14.3	-	-	-	-
J	5	81	61.5	40.4	20.6	3.3	16	8.6	13.2
K	1	50.8	-	15.5	14.3	-	-	-	-
L	5	92.2	72.7	53.1	25.4	3.3	19.1	8.6	13.2
M	5	92.2	71.5	53.1	31	4.8	25.4	8.6	11.9
N	5	110	78.7	53.1	38.1	6.4	25.4	10.4	19.8
O	5	110	80.2	53.1	50.8	6.4	37.1	10.4	19.8
P	5	111	91.7	72.1	25.4	3.3	19.4	8.6	13.2
Q	5	111	90.6	72.1	31	4.8	25.4	8.6	11.9
R	5	129	97.5	72.4	38.1	6.4	25.4	10.4	19.1
S	5	129	99.4	72.1	50.8	6.4	38.1	10.4	19.8
T	5	180	125.5	72.1	63.5	9.7	50.8	13.5	33
U	6	74.6	64.3	54.8	8.7	8.7	6.4	4	5.5
V	7	77	63.5	48	17.7	19.1	12.7	7.1	9.7
W	8	94	70	46	37	19	31.8	8.7	11.9
X	9	113	80/85	50	38	41.5	25.4	10.3	14
Y	10	113	80/85	50	83	38	25.4	10.3	14
Z	6	47	38	28	8.4	8.7	6.4	4	5.5
AA	7	56	41.8	26.2	17.7	12.7	12.7	7.1	9.7
AB	9	84	59	31	38.1	41	25.4	10.3	13.5
AC	5	158.7	120.6	77.8	63.5	6.4	50.8	14.3	15.9
AD	5	161	106.8	53	63.5	9.7	50.8	13.5	33
AE	5	97.5	66	40.4	38.1	6.4	25.4	10.4	19.1
AF	11	149.2	26.9	-	-	-	-	-	-
AG	4	140	27	-	-	-	-	-	-
AH	11	200	34	-	-	-	-	-	-
AI	1	75	-	9	10	-	-	-	-
AJ	5	73	63.5	47.6	14.3	1.6	10.3	6.5	6.5
AK	12	32	6.3	-	-	-	-	-	-
AL	5	117.6	92.2	66.8	28.7	3.3	19.1	7.1	10.4
AM	5	146.1	111.3	76.2	41.4	4.8	28.7	7.1	9.7
AN	5	181.1	133.4	85.9	50.8	6.4	41.4	10.4	14.2

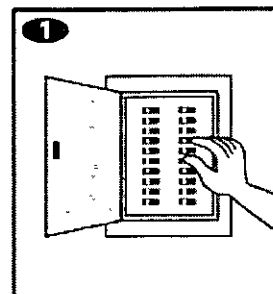
TOMA DE CORRIENTE DUPLEX DE 15 AMP. CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA (GFCI)



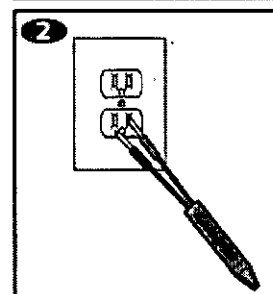
INSTALACIÓN BÁSICA

El primer paso y más importante es apagar el circuito sobre el cual usted estará trabajando. Encuentre el interruptor adecuado en la caja de interruptores y cámbielo

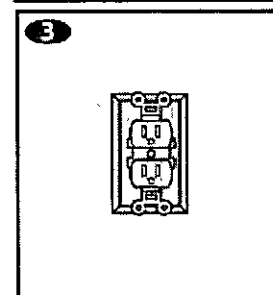
1. a la posición "Off". En caso de que usted tenga una caja de fusibles, encuentre el fusible correcto y quítelo completamente del tablero. Puede verificar que ha apagado el circuito correcto si la luz que controla el interruptor no se enciende.



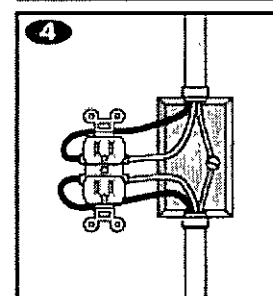
2. Use un probador de circuito para verificar que se haya apagado la energía. Si el probador se enciende, apague otro interruptor o retire un fusible diferente.



3. Retire la placa vieja del tomacorriente.



4. Retire el tomacorriente viejo de la caja.

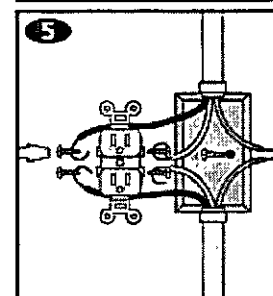


Desconecte los cables del tomacorriente viejo.

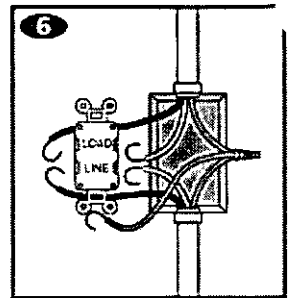
Si tiene 2 cables en la caja (más un cable de tierra), el tomacorriente posiblemente se encuentra al final de una serie de tomacorrientes. Si tiene 4 cables (más 2 de cables de tierra), el tomacorriente viejo se encuentra al centro de una serie de tomacorrientes.

- 5.

En caso de que en su caja de trabajo entren 4 cables y dos tierras, usted necesita determinar cuáles cables provienen del tablero del interruptor. Si no está seguro, extienda los cables por separado y vuelva a encender el interruptor. Con mucho cuidado, utilice su probador de circuitos para determinar cuáles cables están calientes. Apague de nuevo el interruptor.

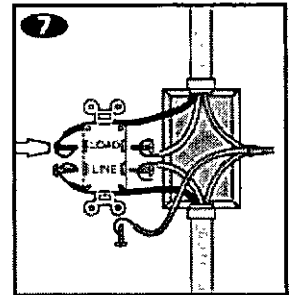


6. Los cables negro y blanco que usted determinó que provienen del tablero del interruptor necesitan unirse a los dos terminales del nuevo tomacorrientes GFCI que dicen "LINE". Enrolle el cable alrededor del tornillo en el sentido de las manecillas del reloj.



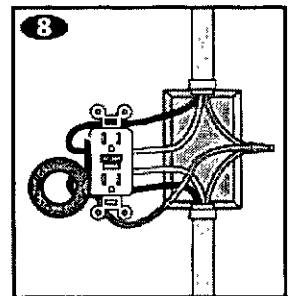
Esto evitará que el cable se deslice mientras aprieta los tornillos.

7. Si tiene un segundo juego de cables que sigue hacia otro tomacorriente, conéctelos a los otros dos terminales del tomacorriente GFCI. De nuevo, enrolle los cables alrededor del tornillo en el sentido de las manecillas del reloj.

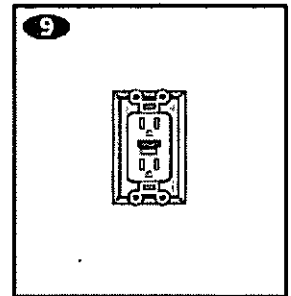


Tome uno de los dos alambres de tierra que entran a la caja y conéctelos al terminal de tierra del tomacorriente GFCI.

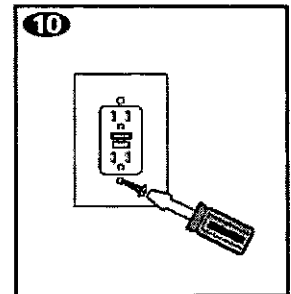
8. Cubra con cinta aislante el tomacorriente GFCI de manera que cubra todas las cabezas de los tornillos en ambos lados.



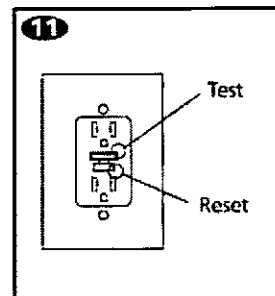
9. Doble los cables en zigzag de manera que quepan fácilmente en la caja de trabajo. Empuje el nuevo tomacorriente en su lugar. Ajuste el tomacorriente de manera que esté perpendicular al piso. Apriete los dos tornillos para sostenerlos en su lugar.



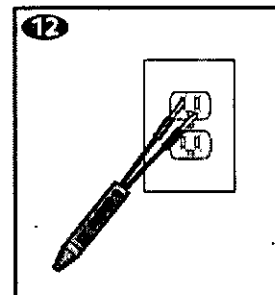
10. Instale la nueva placa de tomacorriente sobre el tomacorriente.



Encienda el interruptor (o instale de nuevo el fusible). Revise el nuevo tomacorriente utilizando el comprobador de voltaje para asegurarse de que la instalación fue exitosa. Si instaló un tomacorriente en el centro de la serie, también debe probar los tomacorrientes más lejos de la línea para confirmar que mantuvo la integridad de las series.



Si instaló un tomacorriente en el centro de la serie, también debe probar los tomacorrientes más lejos de la línea para confirmar que mantuvo la integridad de las series.



ALIMENTADORES			
NO.-	ACTIVIDAD DE LA INSPECCIÓN	REF. NOM-001 -SEDE-1999	COMENTARIOS
1	Revisar la capacidad de conducción de corriente de los alimentadores generales.	220-10 (a)	ANEXO 1
2	Revisar la conveniencia de los métodos de alambrado.	310	
3	Verificar las dimensiones del dispositivo de sobrecorriente y del conductor del alimentador para cargas continuas y no continuas.	220-10(b)	
4	Verificar que los alimentadores derivados de transformadores estén protegidos aproximadamente por dispositivos de sobrecorriente.	240-21 (d)	ANEXO 2
5	Revisar la protección contra sobrecorriente, la puesta a tierra, las cubiertas apropiadas y el número de dispositivos de sobrecorriente de los tableros de distribución que alimentan o son abastecidos por alimentadores.	384-14 (a) 384-16	ANEXO 3

EJEMPLO DE MEMORIA DE CÁLCULO PARA INSTALACIÓN EN ALUMBRADO PÚBLICO.

RELACIÓN DE CARGA PARA EL TRANSFORMADOR No.1

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

150 W [0.15] = 172.5 W TOTALES

80 LUMINARIAS 172.5 W

[80](172.5) = 13800 Kw F.P. = 0.9 ESTIMADO

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

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

[Kva = 13800/0.9 = 15.333 Kva

ITOTAL X LUM = 345/220X0.9X√3 = [1.00 A [1.25]] = 1.25 A

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

DIP = 50 M

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

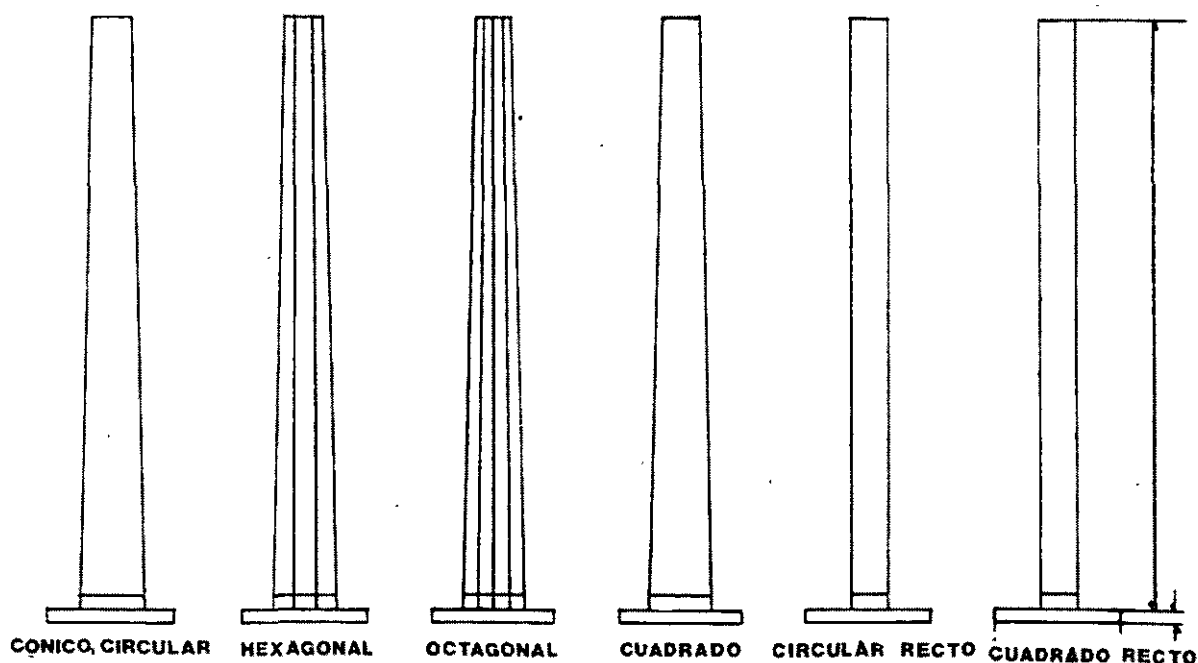
H.P - = 1.15

220 V 0.6 FAC DE DEM.

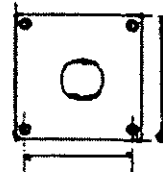
DEM.MAX. = (13800) (0.6)/1.15 = 7200 W

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

POSTES METÁLICOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO



POSTES METÁLICOS PARA ILUMINACIÓN DE CALLES FABRICADOS EN LAMINA CALIBRE 11 U.S.G.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

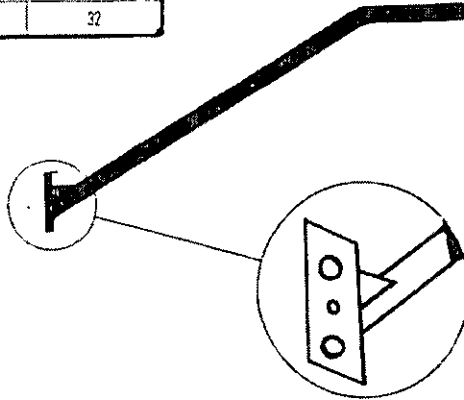
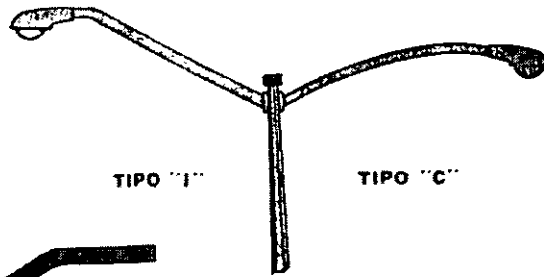
(DATOS EN MILÍMETROS)

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

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

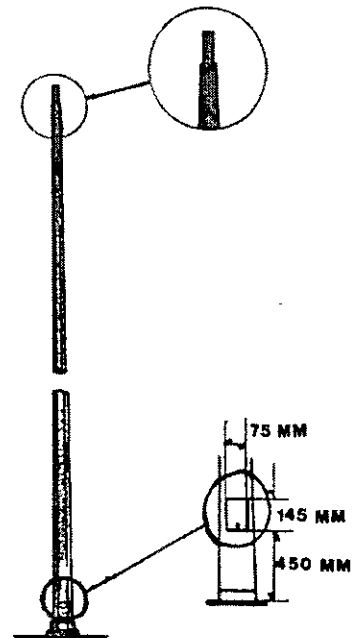
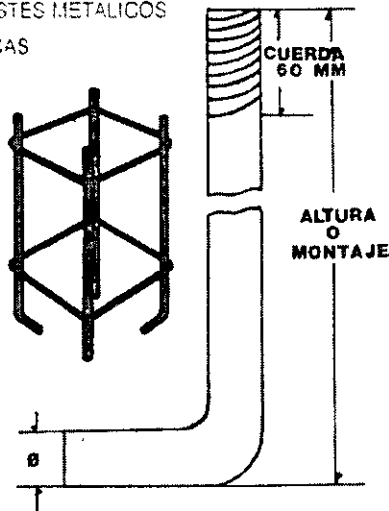
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ALCANCE DEL BRAZO EN MM.	KGS. POR UNIDAD	DIÁMETRO (EN MM)
1800	11 9000	51
2400	15 500	51
1060	5 000	32



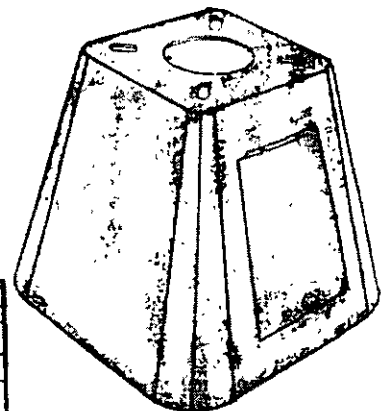
ANCLAS PARA SUJETAR POSTES METÁLICOS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

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



BASES PEDESTAL PARA POSTE
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

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



SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCION PARA ALUMBRADO PUBLICO

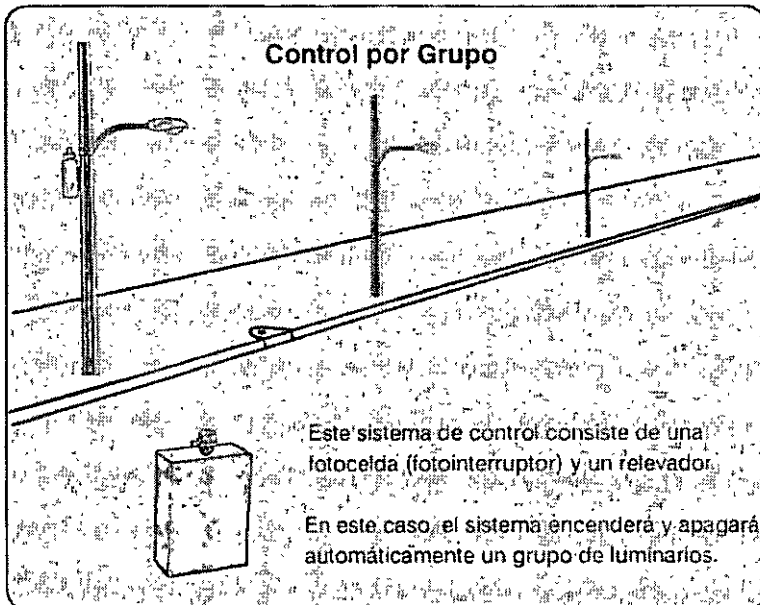
Existen fundamentalmente 2 sistemas:

Control Individual



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

Control por Grupo



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

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

A. FOTOCELDAS

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

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

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

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

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

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

(1) Existen adicionalmente las operadas magnéticamente.

CORTESIA DE

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

ACCIDENTES PRODUCIDOS POR CHOQUE ELÉCTRICO

El choque eléctrico es una situación grave, debido a que casi siempre se acompaña del paro cardiorespiratorio

Primeros auxilios:

Retire al accidentado de la acción de la corriente, si estuviera bajo sus efectos, cortando la corriente o aislándose antes de retirarlo (soga seca, madera, correa, cinturón bandola, etc.).

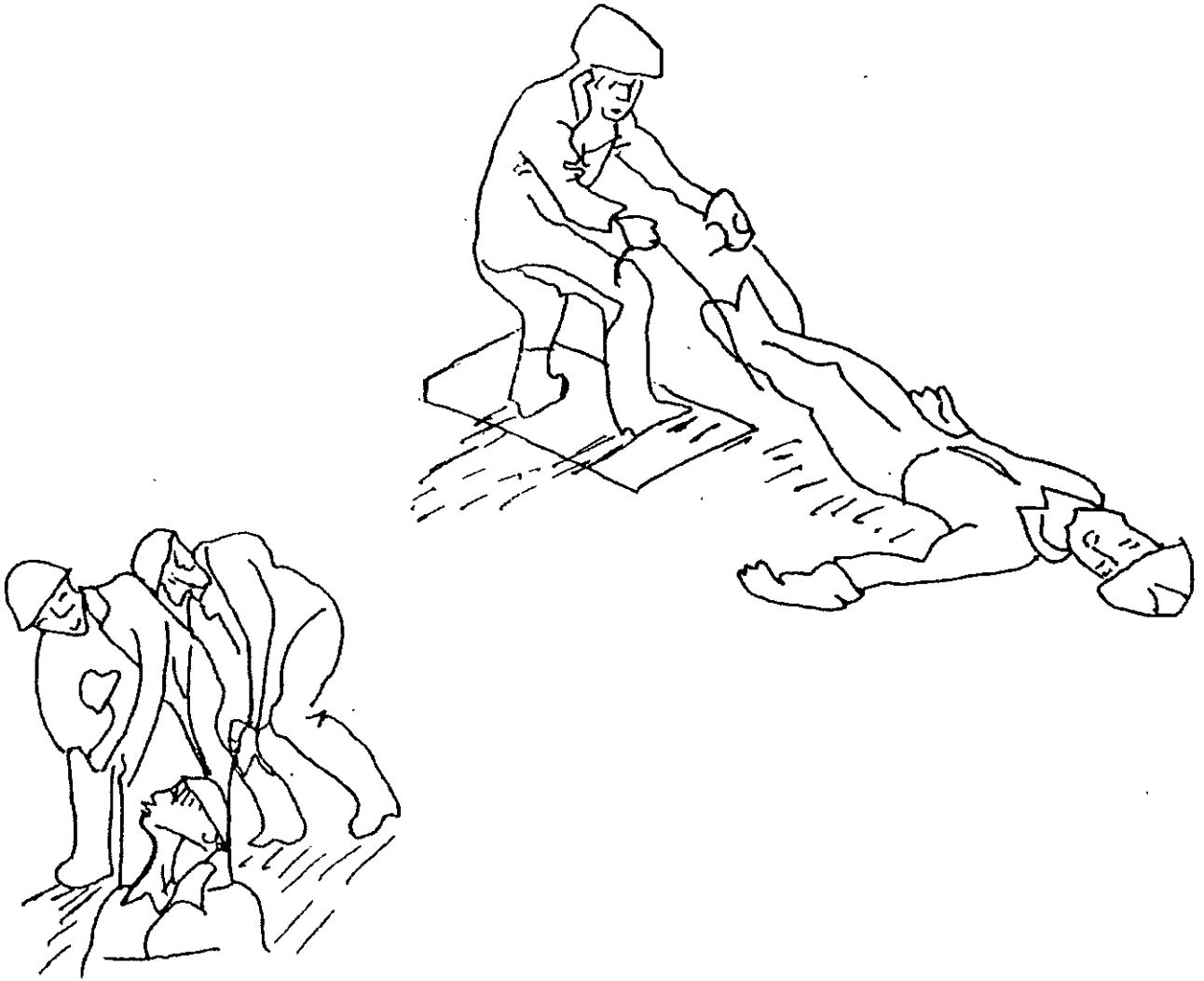
Trate de prevenir la caída del accidentado, si se encuentra en alto, pero no demore la interrupción de la corriente.

En caso de accidentes en los que la víctima quede colocada en un poste, las posibilidades de reanimación aumentarán si la persona que da el auxilio puede, sin ponerse en contacto con el conductor, o mejor aún habiendo cortado la corriente, practicar insuflaciones boca a boca antes de iniciar el descenso y durante el mismo.

Si esto no fuera posible, se procederá a bajarlo por medios más rápidos (cuerdas, descensor, escaleras, etc.)



No se perderá tiempo en mantener el cuerpo de la víctima en una posición determinada mientras se realiza el descenso.



Una vez con el accidentado en el suelo, si está inconsciente se procederá con toda urgencia a la respiración de boca a boca, si después de practicar una docena de insuflaciones por este método, se observa que existen algunos signos que indiquen que el corazón se ha parado (palidez, ausencia de pulso, dilatación de las pupilas y persistencia de pérdida de la conciencia) debe procederse a practicar simultáneamente el masaje cardíaco externo.

No debe perderse el tiempo en mover al accidentado, salvo para retirarlo de sitio peligroso.

Procúrese por todos los medios posibles contar con el auxilio del médico lo más pronto que se pueda. Sin dejar en ningún momento de practicar la respiración de boca a boca y el masaje cardíaco.

Hay que evitar que el accidentado se enfrie abrigándolo con mantas pero sin interrumpir en ningún momento la respiración.

No debe olvidarse que un accidentado de éste tipo presenta a veces movimientos convulsivos al recobrar el conocimiento, lo cual puede determinar una pérdida del mismo.

Cualquier persona que haya sufrido un accidente por corriente eléctrica debe ser examinada por el médico.

Si el accidentado tiene dolor intenso, aplíquese una inyección intramuscular de Magnopyrol o Prodolina.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA REANIMACIÓN

La respiración artificial (boca a boca) tiene por objeto hacer llegar el oxígeno a los pulmones del accidentado, por medios artificiales.

La respiración artificial hay que aplicarla cuando exista:

- a) Amortamiento de la uñas y labios.
- b) Falta de movimientos respiratorios.
- c) Dificultad para respirar.

Para ser verdaderamente eficaz debe reunir tres características fundamentales que señalamos a continuación.

- a) Debe ser instantánea, comenzando a practicarse en el mismo lugar del accidente, tras haber separado a la víctima del agente que motivó la asfixia.
- b) Debe ser ininterrumpida, previéndose el relevo de los que la realizan y no cesando si se efectúa el traslado de la víctima.
- c) Debe ser duradera, ya que aunque generalmente la reanimación se consigue en minutos, en ocasiones se tarda en ello horas. Aunque se piense que el electrocutado está muerto, debe proseguirse las maniobras de reanimación hasta la llegada del médico quien se hará cargo del accidentado.

Sin que ello suponga demora de la puesta en práctica de la respiración artificial, debe apartarse a las personas inútiles, aflojar las prendas de cuello y

cintura de la víctima, quitarle si los lentes y dentadura postiza. Limpie con cuidado la boca utilizando los dedos y una gasa.

Para la libre penetración del aire en las vías respiratorias, es necesario que la cabeza esté extendida hacia atrás y la mandíbula mantenida en alto y hacia adelante como para colocar los dientes inferiores delante de los superiores.

Las principales causas del fracaso de la reanimación son:

- a) El retraso en ponerla en práctica.
- b) La dificultad del paso del aire a través de las vías respiratorias, al no estar la cabeza bien colocada hacia atrás y con la mandíbula adelante.
- c) Cese prematuro de las maniobras.

MÉTODOS ORALES DE RESPIRACIÓN ARTIFICIAL MÉTODO BOCA - BOCA

Coloque a la víctima boca arriba

No es indispensable la posición horizontal del accidentado, existiendo otras posturas más cómodas, o que permiten empezar más rápidamente la reanimación.

Coloque la cabeza bien hacia atrás, siendo conveniente, si ello no retrasa la maniobra, colocar bajo los hombros una almohada o un rollo de ropa.

Elimine cuidadosamente los cuerpos extraños que se encuentran en nariz y boca del accidentado.

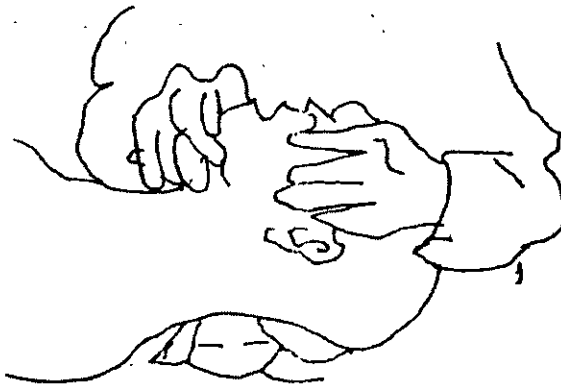
Venza la repugnancia que pudiera significar el colocar su boca sobre de la víctima.



Coloque al accidentado boca arriba, sobre una superficie plana. Doble un saco, chamarra, etc. Y colóquela bajo sus hombros, de tal modo que la cabeza caiga hacia atrás.



Sitúese cerca de la cabeza del accidentado, presione con una mano la cabeza llevándola completamente hacia atrás, con la otra jale la barba hacia arriba, separe los labios de la víctima y oprima las ventanas de la nariz con una mano.



Aspire profundamente, coloque su boca sobre la del accidentado y sople vigorosamente; observe si el pecho se eleva. Repita esta operación con ritmo y de 12 a 15 veces por minuto.



Voltee hacia el pecho del paciente y vuelva a aspirar. Si es necesario ayude al accidentado a expulsar el aire insuflado, presionando con su antebrazo el pecho de la víctima.



Asegúrese que los labios de la víctima estén entreabiertos, tape la nariz, realice una inspiración profunda, aplique su boca sobre la de la víctima lo más herméticamente posible y sople vigorosamente.

Si el aire insuflado hace expandir el tórax de la víctima, continúe con el ritmo de aproximadamente 12 veces por minuto. Si esto no se logra:

Examine la boca y nariz del accidentado, retire los cuerpos extraños si los hubiera.

Incline más la cabeza hacia atrás, empujando la mandíbula inferior hacia adelante.

Sople con mayor fuerza, colocando bien sus labios sobre la boca del accidentado y tape bien los orificios de la nariz.

Si durante las insuflaciones penetra aire en el estómago del lesionado, presione ligeramente la boca del estómago continuando las insuflaciones extendiendo más la cabeza hacia atrás.

Al terminar la insuflación el reanimador retirará su cabeza para tomar aire. Es conveniente ayudar el tiempo espiratorio presionando con el brazo sobre el tórax de la víctima.

Si el reanimador que presenta auxilios nota tendencia al desvanecimiento debe ser relevado; si esto no es posible disminuirá el ritmo de las insuflaciones.

MÉTODO BOCA - NARIZ

Cuando por alguna circunstancia no se pueda abrir la boca de la víctima, se utilizará el método boca - nariz.

Para practicar la insuflación por el procedimiento boca - nariz de la víctima, tapando con sus mejillas la boca de la misma. Las normas a seguir son las mismas que las indicadas para el método boca a boca.

Cuando se ha restablecido la respiración natural, se coloca a la víctima acostada de lado, con la cabeza y las piernas dobladas, vigilando atentamente hasta que se haga cargo de ella un Médico y teniendo siempre presente las normas generales señaladas anteriormente.

MASAJE CARDÍACO EXTERNO

El masaje cardíaco externo durante el cual se hace una compresión manual, rítmica y continúa sobre el esternón (parte media del pecho) tiene como finalidad el exprimir el corazón, con lo cual se expulsa la sangre que contiene haciéndola circular por todo el cuerpo.

El masaje cardíaco externo será practicado preferentemente por personas que hallan recibido el curso de primeros auxilios.

Técnica

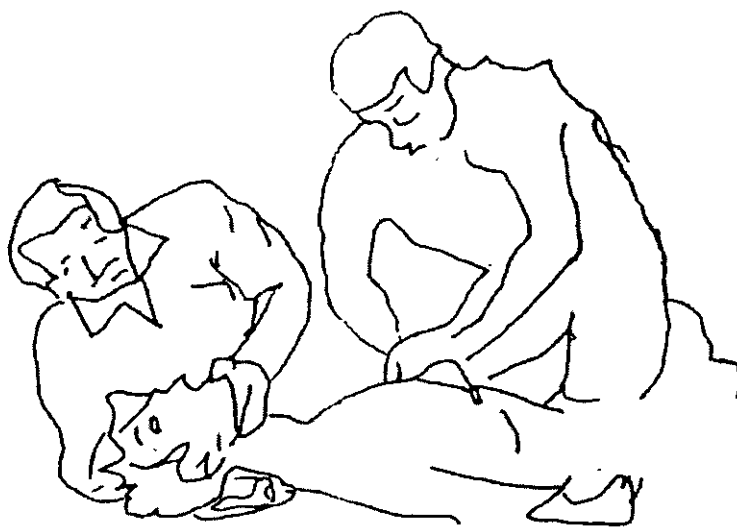
Coloque a la víctima acostada boca arriba, de preferencia sobre un plano duro (piso) .

Coloque el talón de la palma de la mano un poco abajo de la parte media del esternón (parte media del pecho) y ligeramente a la izquierda, la otra mano encima de la primera.

Presione vigorosamente el esternón hacia abajo (seis centímetros aproximadamente), afloje bruscamente la presión. Repita esta maniobra sesenta a ochenta veces por minuto.

Si las maniobras ejecutadas son correctas, habrá "pulso" o se escucharán los "latidos del corazón" en el lado izquierdo del pecho, si no escucha latir el corazón, rectifique la posición de sus manos y haga mayor presión sobre el esternón.

MASAJE CARDIACO EXTERNO.



Habitualmente el masaje cardiaco debe practicarse simultáneamente con la respiración artificial.

Las maniobras de respiración artificial.

El ritmo de ambas maniobras (cuando son dos personas) es de cinco compresiones sobre el esternón, por una insuflación en la boca.

Cuando el auxilio es dado por una sola persona, el ritmo de las maniobras será, quince compresiones en el esternón por dos insuflaciones en la boca.

En caso de hacer latir el corazón y el accidentado no respire por sí solo, sígase practicando la respiración artificial hasta conseguir que el accidentado respire por sí solo.

La interrupción prematura de estas maniobras puede ocasionar nuevamente el paro cardiaco.

REGLAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR CHOQUES ELÉCTRICOS.

Ascúrese de las condiciones del equipo y de las condiciones presentes **antes** de trabajar con uno de sus elementos. De la misma manera que muchas personas mueren por accionar armas de fuego que suponían descargadas, muchas otras han fallecido por tocar conductores o circuitos supuestamente desenergizados.

- **Nunca** confíe en dispositivos de seguridad tales como fusibles, sistemas entrelazados, etc., para su protección. Estos pueden no estar en operación o no proteger cuando más se necesita.
- **Nunca** desconecte la punta de tierra de una clavija de entrada de tres conductores. Esto elimina la conexión a tierra del equipo, convirtiéndolo en un peligro potencial de choque eléctrico.
- **Nunca trabaje en un banco atestado.** Un amontonamiento desordenado de puntas conectoras, componentes y herramientas solo conduce a confusiones y a pensar descuidadamente y a ocasionar cortos circuitos, choques y accidentes.
- **No trabaje sobre pisos mojados.** Su resistencia de contacto a tierra se reduce considerablemente. Trabaje sobre un tapete de hule o sobre una plataforma aislada, si las tensiones son altas.
- **No trabaje solo.** Siempre es conveniente que alguien esté cerca para que desconecte la energía, aplique respiración artificial o llame a un médico.
- **Trabaje de ser posible con una mano atrás o en la bolsa.** Una corriente entre las dos manos cruza el corazón y eso es más letal que la corriente que va de manos a pié. Un buen técnico siempre trabaja con una mano.
- **No le hable a nadie mientras trabaja.** No se permita ninguna distracción si está trabajando con equipo eléctrico. No sea la causa de un accidente.
- **Muévase siempre lentamente cuando trabaje con circuitos eléctricos.** Los movimientos violentos y rápidos propician los choques accidentales y los cortos circuitos.

RECOMENDACIONES PARA EFECTUAR TRABAJOS ELÉCTRICOS

1. Antes de inspeccionar o trabajar en circuitos o equipos eléctricos, desenergízalos y ponga una etiqueta o un candado en el equipo de desconexión.
2. Use la herramienta adecuada.
3. Use el equipo de seguridad adecuado de acuerdo al nivel de tensión y de corriente manejados.
4. No use ropa suelta.
5. No use prendas metálicas de vestir o de ornato, como son: anillos, hebillas, medallas, pulseras, etc.
6. Planee el trabajo antes de realizarlo.
7. Si va a utilizar escaleras, éstas deben de ser no metálicas y además revisar que no estén rotas.
8. Todas las personas antes de efectuar el trabajo deberán haber entendido claramente cuál es la función que van a desempeñar.
9. Debe estar prohibido hacer bromas en el área de trabajo.
10. Se deberán de delimitar las zonas de trabajo.
11. Observar si el piso o la pared están húmedos o mojados, ya que en ellos son más probables y severos los choques eléctricos.
12. Debe de verificarse si están conectados o no los equipos a tierra.
13. Las instalaciones eléctricas en alto voltaje deben de trabajarse desenergizadas siempre que sea posible y además si lo están deben de aterrizar.

- 14.No olvidar por ningún motivo sus etiquetas y candados personales.
- 15.No por ningún motivo su equipo de seguridad.
- 16.No olvidar poner sus señalamientos en el área.
- 17.En el caso de que alguna persona sufra un choque eléctrico, para ayudarla lo primero es desenergizar el circuito.
- 18.Todos los trabajadores deberán de capacitarse poder proporcionar primeros auxilios después de un choque eléctrico.

MÓDULO IV
IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE ILUMINACIÓN

OBJETIVO:

***“QUE LOS PARTICIPANTES IDENTIFIQUEN LA IMPORTANCIA Y
TRANSCENDENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL
SISTEMA DE ILUMINACIÓN “***

MÓDULO IV

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

Una instalación de alumbrado, como todo equipo o máquina eléctrica, requiere de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice la eficacia y la eficiencia de los sistemas de iluminación, sosteniéndolos como inversiones rentables y con buena plusvalía.

Los beneficios de un buen programa de mantenimiento son:

- 1.- Ahorro por concepto de energía, al efectuar un reemplazo adecuado y a tiempo de las lámparas por baja luminosidad, mismas que al 80% aproximadamente de su vida, incrementan el consumo de energía eléctrica.
- 2.- Mayor productividad, al existir áreas de trabajo mejor iluminadas y un ambiente agradable.
- 3.- Eliminar probabilidades de incendios, al detectar fallas en los luminarios y sus componentes, evitando falsos contactos o fases expuestas a ser aterrizadas por fallas en aislamientos, cableados o bases.
- 4.- Seguridad en las instalaciones eléctricas, para usuarios y personal de mantenimiento, evitando las molestias y en ocasiones mortales descargas eléctricas,

Los objetivos del mantenimiento son:

- 1.- Mantener los niveles originales de iluminación.
- 2.- Lograr los efectos de iluminación deseados, con un mínimo de operación.
- 3.- Utilización eficiente de la energía eléctrica.

Un sistema de alumbrado, produce de recién instalado su eficiencia y eficacia máxima. A medida que transcurre el tiempo, la eficiencia luminosa de las lámparas, se reduce gradualmente debido principalmente a las siguientes causas:

- 1.- Depreciación por suciedad del medio ambiente y del luminario.

El polvo y la suciedad que se acumulan poco a poco en los accesorios, las paredes y los techos, progresivamente absorben más y más luz en vez de reflejarla como lo hacen las superficies limpias, la falta de limpiezas llega a reducir hasta el 30% el nivel de iluminación. Es importante incluir aquí, la depreciación por deterioro de los materiales de los luminarios. Es recomendable elaborar un programa de mantenimiento. La frecuencia del servicio, dependerá de la rapidez con la que se ensucien las luminarias y lámparas. Es recomendable pintar paredes y techos a intervalos regulares.

- 2.- Factor voltaje.

En lo general, cualquier variación del voltaje en la línea de alimentación de una instalación eléctrica, afecta la luminosidad y la vida media de lámparas, balastos y luminarios a mayor voltaje mas luz y menos vida, y a menor voltaje, menos luz y mas vida. En cuyo caso el programa de mantenimiento, deberá detectar problemas de alto o bajo voltaje y corregirlo a la brevedad, mediante:

- a.- Reporte a la Comisión Federal de Electricidad o a Luz y Fuerza del Centro.
- b.- Chequeo de la instalación eléctrica en su conjunto, incluyendo el transformador.

El sistema de reemplazo por grupo consiste en reponer simultáneamente grupos completos de lámparas que hayan estado encendidas durante un tiempo equivalente entre el 70 y el 100% de su vida media.

Del 70% en adelante aumenta el ennegrecimiento de las bombillas, disminuyendo la eficiencia luminosa de las lámparas, las cuales empiezan a fundirse con frecuencia. Por tal razón lo poco que se ahorra con la utilización de lámparas desgastadas es ampliamente compensado por la economía mucho mayor que se logra con el reemplazo colectivo.

Es recomendable programar el reemplazo de lámparas, al mismo tiempo que el servicio y mantenimiento a las subestaciones eléctricas y transformadores, en los lugares donde existan, así como los trabajos de limpieza general de luminarios, reemplazo de acrílicos. Estas acciones reducen los gastos de mano de obra con respecto a los reemplazos de lámparas por separado, se sugiere una periodicidad de cada 12 meses. .

Depreciación de lúmenes en vida de lámpara.

Es la disminución que va sufriendo la luminosidad de la lámpara por el desgaste de sus componentes, se cree que por la pérdida de la habilidad de los fósforos de convertir la radiación ultravioleta en visible.

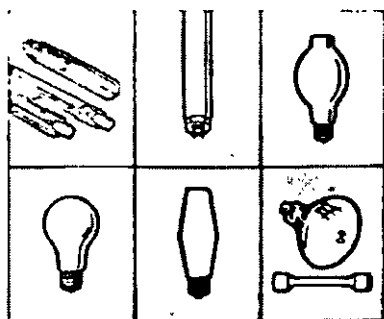
El reemplazo en grupo disminuye este factor.

Los efectos de cada factor varían de acuerdo a las condiciones ambientales de cada local en particular, por lo que deberá determinarse o estimarse la influencia de cada uno de ellos para proceder a elaborar el programa de mantenimiento.

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

Tabla 2. Elementos de una subestación a verificar y frecuencia de análisis.

EQUIPO A INSPECCIONAR	FRECUENCIA
Sistema de distribución. + Instalación sobre postes, puesta a tierra, conexiones, aisladores, pararrayos, fusibles, seccionadores, transformadores de intensidad. + Inspección por rayos infrarrojos.	Mensual Semestral
Interruptores de alta tensión. + Realizar una inspección visual y con termografía infrarroja de las conexiones del interruptor. + Hacerlos funcionar 5 veces mínimo, verificar alineación y otros parámetros de funcionamiento. + Lubricación según instrucciones del fabricante.	Mensual Anual Anual
Transformadores de potencia. + Registro de gases acumulados. + Inspección visual de los transformadores; registro de niveles y fugas de aceite. + Pruebas en los transformadores de doble devanado incluyendo ensayos de con ultrasonido a través de ellos, corriente de excitación y bornes de los condensadores. + Registrar la acidez, la tensión interfacial, la rigidez dieléctrica, y las p.p.m. de agua en el aceite. + Probar la resistencia de los devanados. + Comprobar la resistencia de los relés de protección. + Revisar el estado de los elementos de secado.	Mensual Mensual Anual Anual Anual Anual Mensual
Resistencia eléctrica del neutro. + Medida y registro de la corriente neutra. + Comprobación visual concienzuda. + Medir el factor de potencia del aislamiento. + Medir la resistencia a tierra del conductor a t. + Medir la resistencia.	Mensual Mensual Anual Anual Anual
Celdas de interruptores de media tensión. + Inspección visual de la celda. + Registrar y rearmar todas las banderas de relés y de las alarmas. + Registrar las condiciones de encendido e iluminación de las lámparas. + Reponer las luces que indican defectos y registrar los circuitos de origen.	Mensual Mensual Mensual Mensual
Pararrayos. + Comprobar la pérdida de aislamiento y realizar pruebas de factor de potencia.	Anual

**FOCOS S.A.**

SOLAR

SYLVANIA

Iluminación

BOLETIN DE
INFORMACION TECNICA
0-345

Lámparas de Descarga de Alta Intensidad

PREPARADO POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA COMERCIAL MEXICO

INDICE DE CONTENIDO

LISTA DE PROBLEMAS DE LAMPARAS DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD

LAMPARAS QUE NO ENCIENDEN

LAMPARAS QUE ARRANCAN LENTAMENTE

VIDA CORTA DE LA LAMPARA

PARPADEO DE LA LAMPARA

LAMPARA QUE CICLEA

FUSIBLE FUNDIDO

CORTACIRCUITO ABIERTO

LAMPARA PRODUCE REDUCIDA EMISION LUMINOSA

TUBO DE ARCO ENNEGRECIDO

TUBO DE ARCO DEFORMADO

LAMPARA ROTA

DIFERENCIA DE COLORES DE LAMPARAS

CURVAS DE VIDA UTIL

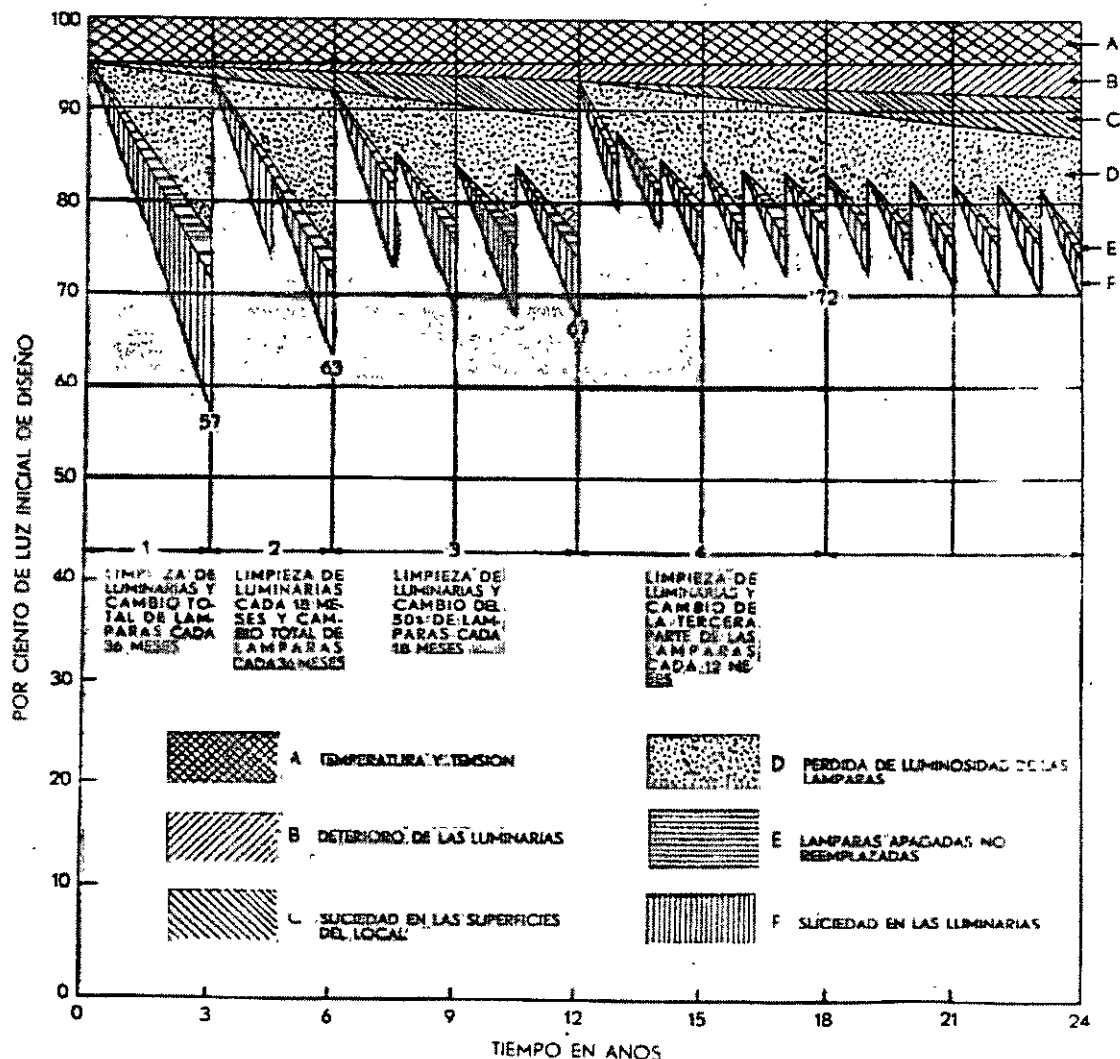
Guía de Problemas en Instalaciones con Lámparas de Descarga de Alta Intensidad

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

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

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

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



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 sistema de iluminación. No realice ninguna reparación mientras que el luminario esté en uso. Comuníquese con el Departamento de Servicio al Cliente Lithonia si necesita mayor 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 - Afloje la lámpara y ajústela 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 Defectuoso - Desconecte la fotocelda tipo botón del circuito o reemplace la fotocelda al 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 balastos HID.

Balastro Quemado - Revise la continuidad del circuito. Consulte la página 203 para balastos fluorescentes. Consulte la página 204 para balastos 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 de Alta Presión por arriba de -40°C.

Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja - Desconecte 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. Además sufrirán severos cambios de color. Las lámparas de Sodio de Alta Presión presentarán encendido normal pero se prenderán y pagarán (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 balastos 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°C.

Lámpara con Arranque Difícil - Reemplace con una lámpara nueva si el retraso es prolongado.

Instalación Eléctrica Incorrecta o Floja - Desconecte la corriente. Revise las conexiones de la instalación eléctrica.

Balastro hacia el Final de su Vida Útil - Pruebe el balastro. Ver página 203 para balastos 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 balastos 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 balastos 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 balastos 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 sufrirán 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 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 balastos fluorescentes. Ver página 204 para balastos 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 balastos 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 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 balastos HID.

Características del Balastro

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 requiriendo 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 -20°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°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 ± 10 por ciento del nominal. Como resultado, dependiendo del tipo de balastro que se este 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 y 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°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 esta 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 al 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°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 en menos de 10%.

Regulación del balastro

Es la capacidad de un balastro para controlar la potencia de la lámpara cuando esta sujeta a 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.

BIBLIOGRAFÍA

1. SIMPOSIUM DESARROLLO TÉCNICO EN LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO, DDF 1989.
2. EL GRAN LIBRO DE LA CASA SANA. BUENO MARIANO. NUEVA ERA 1992.
3. PROGRAMA DE CÁLCULO EN ALUMBRADO PÚBLICO. LITHONIA.
4. SISTEMAS DE SEGURIDAD INTEGRAL. ANGUIS TERRAZAS VICTORIANO 1998.
5. SEGURIDAD APLICADA. ANGUIS TERRAZAS VICTORIANO. 1995.
6. ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA. GUTIERREZ MOYADO JUSTO 2000.
7. EL ABC DE LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE APARATOS ELÉCTRICOS. ENRIQUEZ HARPER GILBERTO. EDIT. LIMUSA 2004.