



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

SEMINARIO DE ILUMINACION E INSTALACIONES
ELECTRICAS.

"PROYECTO DE ILUMINACION DEL JARDIN DE UNA
RESIDENCIA CON LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A
ALTA PRESION"

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
JULIO CESAR VIZCAINO GALEANA

ASESOR: M. EN AI. PEDRO GUZMAN TINAJERO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2002.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Julio César Galeana

FECHA: 12 - Nov - 2002

FIRMA: [Firma manuscrita]

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES - CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
BIBLIOTECAS
COORDINACIÓN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN. Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

Iluminación e Instalaciones Electricas.

"Proyecto de Iluminación del Jardín de una Residencia
con Lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión"

que presenta El pasante: Julio César Vizcaíno Galeana

con número de cuenta: 8931202-5 para obtener el título de

Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Octubre de 2002.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>II</u>	<u>M en A.I. Pedro Guzmán Tinajero.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arcíniega.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Ramón Osorio Galicia.</u>	<u>[Firma]</u>

A MIS PADRES:

Dedico este trabajo ya que fueron la fuente de inspiración para el logro de esta meta; gracias por la confianza y el apoyo que me brindaron para realizar mis estudios y concluirlos.

Silvia Galeana Campos.

Aureliano Vizcaíno Solórzano.

A MIS HERMANOS:

Gracias por creer en mi y por que de alguna manera siempre estuvieron conmigo, apoyándome y motivándome.

Silvia Paola Vizcaíno Galeana.

Zita Iliana Vizcaíno Galeana.

Luis Antonio Vizcaíno Galeana.

A MIS CUÑADOS:

Por todo el apoyo incondicional que me brindaron.

Diana Arceo de Vizcaíno.

Sergio Orozco.

Oscar Estrada Garavilla.

A MIS MAESTROS:

Que con su dedicación y paciencia me formaron profesionalmente.

ÍNDICE

ÍNDICE	4
OBJETIVO, HIPÓTESIS E INTRODUCCIÓN.	7
OBJETIVO	7
HIPÓTESIS	7
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I - EL OJO Y LA VISIÓN	9
PARTES DEL OJO Y SUS FUNCIONES	9
Párpado	9
Cornea	9
Iris	9
Pupila	9
Músculos oculares	9
Músculo ciliar	10
Esclerótica	10
Cristalino	10
Retina	10
Nervio óptico	11
Coroides	11
Conos	11
Bastones	12
Púrpura retiniana	12
Punto ciego	12
CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL OJO	12
Acomodación	12
Adaptación	14
EL CAMPO VISUAL	15
DEFECTOS ESTRUCTURALES DE OJO	15
Astigmatismo	16
Miopía	16
Hipermetropía	16
Presbicia	17
FACTORES OBJETIVOS DEL PROCESO VISUAL	17
Tamaño	17
Luminancia (Brillo fotométrico)	18
Contraste	18
Tiempo	18
CAPITULO II - CONCEPTOS, TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS	19

ÍNDICE.

CONCEPTOS DE ILUMINACIÓN	19
Luz	19
Color	19
Temperatura de color	20
Curva de distribución	21
Comodidad en la iluminación	23
TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS	24
TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS.	25
TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS.	26
TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS.	27
CAPITULO III – FUENTES LUMINOSAS	28
LAS FUENTES LUMINOSAS SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS CATEGORÍAS	28
ELEMENTOS A CONSIDERAR AL SELECCIONAR UNA LÁMPARA	28
TIPOS DE FUENTES	29
Lámparas de vapor de sodio a alta presión (VNA - Alta presión)	29
Lámparas de aditivos metálicos	30
Lámparas de vapor de mercurio	32
Lámparas incandescentes	32
Lámparas de vapor de sodio a baja presión	33
PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS	34
Aparatos de clase I:	34
Aparatos de clase II:	34
PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS Y CONTRA LA PENETRACIÓN DE LIQUIDOS Y POLVO.	35
CAPITULO IV - METODO DE CALCULO.	36
FINALIDAD DE UN MÉTODO DE CÁLCULO.	36
MÉTODO PUNTO POR PUNTO.	36
Curvas isocandela	37
APLICACIÓN DEL MÉTODO PUNTO POR PUNTO.	38
SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CALCULO.	38
CAPITULO V - CASO PRACTICO.	41
PROBLEMA	41
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	42
Selección de la luminaria	42
Selección del tipo de lámpara	43
Lámpara de vapor de sodio a alta presión (VNA – Alta Presión)	43
Lámpara de aditivos metálicos (MH).	47

ÍNDICE.

COMPARACIÓN DE LOS LUMINARIOS.	50
COMPARACIÓN DE COSTOS	51
CONCLUSIONES.	51
APÉNDICE	52
NIVELES DE ILUMINACIÓN EN MÉXICO.	52
Alumbrado exterior	52
DATOS DE LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS	57
DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION	58
ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE DEPRECIACIÓN POR SUCIEDAD (LDD).	59
SELECCIÓN DE LA CURVA DE ACUERDO AL TIPO DE AMBIENTE	59
Muy limpio.	59
Limpio	60
Moderado	60
Sucio	60
Muy sucio	60
BIBLIOGRAFÍA	61

OBJETIVO, HIPÓTESIS E INTRODUCCIÓN.

OBJETIVO

Mostrar las consideraciones más importantes que se deben tomar en cuenta para iluminar un jardín; desde las ventajas que representa en iluminación, hasta las ventajas económicas.

HIPÓTESIS

La iluminación de un jardín con lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión representa un ahorro de energía, costo de inversión inicial y costo de mantenimiento con relación a las lámparas de Aditivos Metálicos.

INTRODUCCIÓN

Durante miles de años los hombre desarrollaron sus actividades en edificios proyectados solo para trabajar durante el día.

En épocas más recientes la iluminación artificial extendió el uso de las construcciones industriales y comerciales hasta en horas de oscuridad. En sus principios, las técnicas de iluminación se aplicaron con virtual ignorancia de los requisitos visuales humanos.

Todas las fuentes de luz artificial, anteriores al foco eléctrico, eran llamadas poco luminosas. Eran colocadas, no donde podían dar los mejores resultados de iluminación, si no donde su humo, calor y goteo causaban el mínimo de molestias a sus habitantes.

Los proyectistas de las primeras instalaciones eléctricas tomaron por sentado que los soportes en paredes y los candiles colgantes tenían grandes meritos de iluminación y esto atraso por cincuenta años la madurez arquitectónica del alumbrado artificial, los luminarios eran colocados como simples añadidos a las construcciones proyectadas según conceptos arquitectónicos clásicos. Hasta que los arquitectos se percataron de que la iluminación podía ser un factor positivo en la función y la forma de un edificio, fue solo durante las dos ultimas décadas que estos conceptos echaron raices.

Es importante para hacer un trabajo de iluminación conocer el funcionamiento del ojo y lo que una mala iluminación puede traer consigo, es por eso que en este trabajo comenzaremos con algunas consideraciones del ojo, el proceso visual y las enfermedades mas frecuentes de la vista.

Los conceptos básicos y terminología acerca de la iluminación.

Ventajas, desventajas y funcionamiento de las lámparas; datos técnicos, curvas fotométricas y finalmente un ejercicio practico para una total comprensión.

CAPITULO I - EL OJO Y LA VISIÓN

PARTES DEL OJO Y SUS FUNCIONES

Párpado

Pliegue de piel que protege el ojo y que, en condiciones de luz, muy brillante, ayuda a regular la cantidad de luz que llega a él.

Cornea

Porción transparente de la membrana exterior que rodea el ojo; sirve como parte del sistema refractor.

Iris

Parte coloreada (azul, marrón) del ojo que funciona como un diafragma, controlando la cantidad de luz que entra en él.

Pupila

Abertura en el centro del iris, por la que entra la luz en el ojo. El tamaño de la abertura se controla por la acción de músculos involuntarios.

Músculos oculares

Seis músculos controlan el movimiento ocular. Cinco de estos se originan en la parte posterior de la órbita y rodean el ojo para insertarse a unos cuantos milímetros de la córnea. Cuatro de estos músculos mueven el ojo arriba, abajo a la izquierda y a la derecha. Dos músculos (uno que se origina en el borde orbitario

inferior) contra el movimiento giratorio del ojo (cuando la cabeza se inclina a cada lado).

Músculo ciliar

Músculo en forma de anillo que ajusta la tensión aplicada al cristalino, cambiando así su curvatura y enfocando objetos cercanos o lejanos.

Esclerótica

Tiene una función protectora, cubre unos cinco sextos de la superficie ocular y se prolonga en la parte anterior con la córnea transparente.

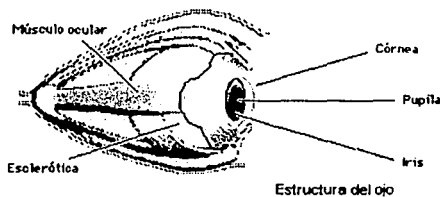


Figura 1.1

Cristalino

Cápsula transparente situada detrás del iris, cuya forma puede cambiar para enfocar objetos a distancias distintas.

Retina

Superficie sensible a la luz, situada en la parte posterior del globo ocular. Contiene una delicada película de fibras nerviosas que parten del *nervio óptico* y que terminan en pequeñísimas estructuras con formas de conos y bastoncillos.

Nervio óptico

Contiene la información visual del ojo y tiene alrededor de 1.2 millones de fibras nerviosas. El disco óptico es visible en el interior del ojo, donde se visualiza su "terminación". Las membranas de recubrimiento del nervio óptico se continúan con las del encéfalo y el nervio se conecta directamente al cerebro.

Coroides

Una capa muy vascularizada situada entre la esclera y la retina que sirve para nutrir las porciones externas de la retina. Tiene uno de los más altos flujos circulatorios del cuerpo.

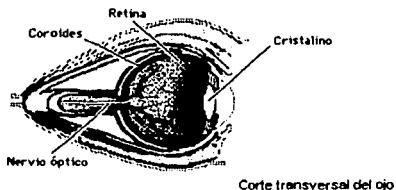


Figura 1.2

Conos

Receptores de la retina que hacen posible la discriminación de los detalles finos y la percepción del color. Son sensibles a los niveles bajos de iluminación; se encuentran principalmente cerca del centro de la retina, con mayor concentración en la *fóvea*, zona de 0.3 mm de diámetro aproximadamente, que sólo está

compuesta de conos. Es en la fóvea donde el ojo enfoca, involuntariamente, la imagen de un objeto que deba ser examinado minuciosamente.

Bastones

Receptores de la retina, sensibles a niveles bajos de iluminación. No responden al color y existen solamente fuera de la región foveana, aumentando su número a medida que aumenta su distancia a la fóvea. La parte más superficial de la retina, compuesta principalmente de bastoncillos, no ofrece una visión precisa, pero es muy sensible al movimiento y a las oscilaciones luminosas.

Púrpura retiniana

Es un líquido purpúreo que se encuentra en los bastones, sensible a la luz y se decolora rápidamente cuando es expuesto a ella. Su regeneración es un factor importante en la adaptación a la oscuridad.

Punto ciego

Es el punto de la retina por donde entra en el ojo el nervio óptico, y el cual conduce las sensaciones de la luz al cerebro. En este punto no hay bastones ni conos y por consiguiente un estímulo de luz no provoca sensación alguna.

CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL OJO

Acomodación

Cuando el cristalino presenta su forma más aplanada, el ojo normal está enfocando objetos sobre el infinito. Para enfocar un objeto más cercano,

particularmente dentro de los seis metros, es preciso aumentar la convexidad del cristalino mediante la contracción de los músculos ciliares. Cuando más cercano esté el objeto, más convexo debe hacerse el cristalino.

La acomodación incluye también cambios en el diámetro de la pupila. Cuando el ojo se enfoca sobre objetos distantes la pupila es relativamente grande. Cuando la atención se fija en un objeto visual cercano la pupila se contrae, logrando así una apreciación más penetrante, pero admitiendo menos luz en el ojo.

Ver figuras 1.3 y 1.4.

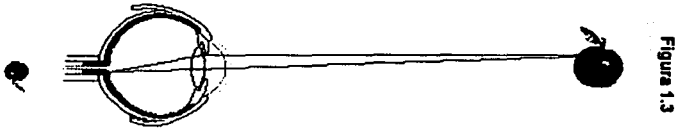


Figura 1.3

Para ver objetos lejanos, el cristalino del ojo se aplana

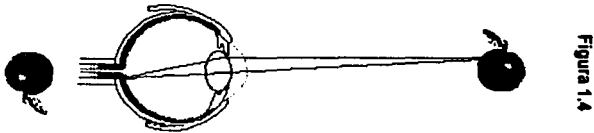


Figura 1.4

Para ver objetos cercanos, el cristalino del ojo se ensancha

Adaptación

El ojo es capaz de trabajar en un amplísimo campo de niveles de iluminación, mediante este proceso. Que incluye un cambio en el tamaño de la abertura de la pupila, al mismo tiempo que unas variaciones fotoquímicas en la retina.

El tamaño de la abertura de la pupila obedece principalmente a la cantidad de luz recibida en el ojo. En una luz muy tenue la pupila se dilata, pero a medida que la luz aumenta la abertura se contrae. Esto es particularmente perceptible cuando se pasa de una zona bien iluminada a otra más oscura, o cuando una fuente de luz brillante entra dentro del ámbito de la visión. El cambio en la retina implica un equilibrio del grado de regeneración de las sustancia fotoquímicas presentes en aquélla frente a las necesidades del ojo en una situación dada.

El tiempo requerido para el proceso de adaptación depende del previo estado de adaptación y de la magnitud del cambio. En general la adaptación a un nivel más alto de iluminación se lleva acabo más rápidamente que en sentido contrario. La mayor intensidad de adaptación suele tener lugar durante el primer minuto, mientras que en el proceso de adaptación a la obscuridad se verifica durante los primeros 30 minutos y para la completa adaptación a la obscuridad puede ser necesaria una hora. Estos son hechos que los ingenieros luminotécnicos deben considerar en la iluminación de cines, túneles o cualquier lugar donde la gente pase bruscamente de un nivel de luz a otro.

EL CAMPO VISUAL

El campo visual normal se extiende aproximadamente 180° en el plano horizontal y 130° en el plano vertical, 60° por encima de la horizontal y 70° por debajo, la fovea, donde tiene lugar la mayor parte de la visión y todas las discriminaciones de detalles finos, subtiende un ángulo de menos de un grado a partir del centro. Los límites de lo que puede ser llamado campo central – el campo visual y su fondo – varían con el tipo de trabajo.

Los alrededores se suelen considerar como la extensión que va desde el límite externo del campo central hasta un círculo de aproximadamente 30° desde el eje óptico. A 30° la agudeza visual es solo alrededor de un uno por ciento de su valor en la fovea. La visión es muy poco precisa en las zonas externas del campo, mas allá de este ángulo, aunque pueden detectarse de manera rápida cambios en el brillo o movimientos.

DEFECTOS ESTRUCTURALES DE OJO

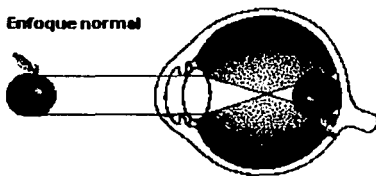


Figura 1.5

Las cuatro causas más comunes de visión defectuosa son:

Astigmatismo

(Incapacidad de enfocar líneas horizontales y verticales al mismo tiempo). La distancia focal del ojo astigmático es diferente para dos planos perpendiculares. Esta condición resulta de irregularidades en la curvatura de la cornea y del cristalino.

Miopía

La distancia focal del ojo miope es demasiado corta, por lo que los rayos paralelos caen delante de la retina y no en ella. Las personas miopes ven los objetos cercanos claramente, pero los distantes aparecen borrosos. (Ver figura 1.6.)

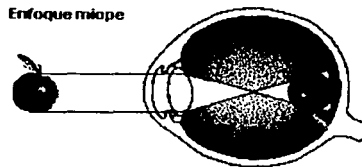


Figura 1.6

Hipermetropía

En este caso, la distancia focal del ojo es demasiado grande y el foco está detrás de la retina. Las personas que sufren de hipermetropía no ven con claridad los objetos cercanos. (Ver figura 1.7)

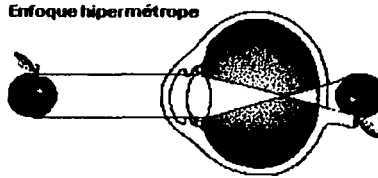


Figura 1.7

Presbicia

(Pérdida del poder de acomodación del cristalino). En personas de edad media y avanzada, el cristalino se vuelve progresivamente menos elástico, y el proceso de acomodación para una visión cercana se va haciendo más difícil. El resultado es una condición similar a la hipermetropía.

FACTORES OBJETIVOS DEL PROCESO VISUAL

La visión depende de cuatro variables primarias, asociadas al objeto visual: tamaño, luminancia, contraste de luminancia entre el objeto y sus alrededores y tiempo disponible para verlo.

Tamaño

El tamaño del objeto es el factor que generalmente tiene mas importancia en el proceso visual. Cuanto más grande es un objeto en relación con el ángulo visual (o ángulo subtendido por el objeto desde el ojo) mas rápidamente puede ser visto. La agudeza visual expresada como la inversa del ángulo visual en minutos, es una medida de los más pequeños detalles que pueden percibirse. Dado que la agudeza visual aumenta marcadamente al hacerlo la iluminación, la luz se

considera algunas veces como un amplificador que hace visibles algunos detalles que no podrían verse con menos luz.

Luminancia (Brillo fotométrico)

Uno de los factores primordiales para la visibilidad es la luminancia. La de un objeto depende de la intensidad de la luz que incide sobre él y de la porción de esta que se refleja en dirección al ojo. Una superficie blanca tendrá un brillo mucho mayor que la misma iluminación. Sin embargo, añadiendo suficiente luz a la superficie oscura, es posible hacerla tan brillante como una blanca. Cuando más oscuro es un objeto o una labor visual, más grande es la iluminación necesaria para conseguir igual brillo y, en circunstancias parecidas, para la misma visibilidad.

Contraste

Tan importante para la visión es el nivel general de la luminancia como el contraste de luminancia o color entre el objeto visual y su fondo. Los altos niveles de iluminación compensan parcialmente los contrastes de bajo brillo y resultan de gran ayuda cuando no pueden evitarse las condiciones de deficiencias de contrastes.

Tiempo

La visión no es un proceso instantáneo; se requiere tiempo. El ojo puede ver detalles muy pequeños con niveles bajos de iluminación, si se da tiempo suficiente Y se prescinde de la fatiga visual; pero para una visión rápida se requiere de más luz.

CAPITULO II - CONCEPTOS, TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS

CONCEPTOS DE ILUMINACIÓN

Luz

La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas, capaz de afectar o estimular la visión.

Color

El color de la luz se determina por su longitud de onda. La energía del extremo de las ondas cortas del espectro visible produce la sensación de violeta desde 3800 a 4500 Angstroms¹, aproximadamente. Las ondas visibles, mas bajas, desde unos 6300 a 7600 Angstroms aparecen como rojas. Entre las dos anteriores se encuentran las longitudes de onda que el ojo ve como azules (4500 – 4900 A), verdes (4900 – 5600 A), amarillas (5600 – 5900 A) y naranjas (5900 – 6300 A), en suma, los colores del arco iris. La región del espectro inmediata al extremo de las largas longitudes de onda de la banda visible se conoce como infrarrojo por debajo del rojo; Junto al final de la longitud de onda corta de la banda visible, está la ultravioleta (por encima del violeta). Ni los rayos ultravioleta ni los infrarrojos son visibles para el ojo humano.

¹ Ångstrom (A): Unidad de longitud de onda = 10^{-10} m

Temperatura de color

Es el término que se utiliza para describir el color de una fuente luminosa comparándola con el de un cuerpo negro que es el teóricamente radiante perfecto. Como cualquier cuerpo incandescente, un cuerpo negro cambia de color, al aumentar su temperatura, poniéndose primero rojo oscuro y después rojo claro, naranja, amarillo y finalmente blanco, blanco azulado y azul. El color de la llama de una vela es igual al de un cuerpo negro a 1800° Kelvin aproximadamente.

La temperatura de color no es una medida de temperatura real, ya que solamente define el color, y que se puede aplicar únicamente a fuentes que se parezcan mucho al cuerpo negro. Las lámparas de mercurio, sodio y las más intensamente coloreadas no se igualan con el cuerpo negro a ninguna temperatura. Los valores de temperatura de color que a veces se dan por conveniencia a varios tipos de lámparas fluorescentes "blancas". Solo pueden considerarse como aproximaciones.

Ver tabla 2.1.

TEMPERATURA DE COLOR

(Grados Kelvin)

(Valores aproximados)

Cielo azul	10,000 a 30,000
Cielo cubierto	7000
Luz solar al medio día	5250
Lámparas fluorescentes:	
Luz de día	6500
Blanca fría	4500
Blanca	3500
Blanca caliente	3000
Lámpara incandescente	
"Luz de día" 500 Watts	4000
Lámpara fotográfica	3400
Lámparas incandescentes	
De servicio general	2500 a 3050
Llama de bujía	1800

Tabla 2.1
Tabla obtenida: El Instalador Cualificado,
Vicente RE Iluminación exterior

Curva de distribución

Un equipo de alumbrado se diseña para distribuir la luz de diversas formas, según la finalidad a la que vaya destinada. Esta distribución de luz puede representarse grafica o numéricamente por diferentes métodos, el más común es el de la curva de distribución luminosa.

Una curva de distribución luminosa es el resultado de tomar medidas de intensidad luminosa a diferentes ángulos alrededor de una fuente de luz o luminaria y de representarlas en forma grafica, normalmente en coordenadas

polares. La distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

La iluminación recibida desde una sola fuente de luz sobre cualquier superficie dada puede calcularse a partir de los datos de la curva de distribución luminosa de dicha fuente. Cuando la relación entre el tamaño de la fuente y la distancia fuente - superficie es tal como puede aplicarse la ley de la inversa de los cuadrados, el calculo se reduce a tomar en la curva de distribución la lectura de la intensidad luminosa para el ángulo requerido, dividiendo por el cuadrado de la distancia en metros y multiplicado por la función trigonométrica apropiada si la superficie no es perpendicular a la dirección de los rayos que salen de la fuente

La mejor representación de un haz irregular se obtiene mediante un diagrama isocandela. En él se representan en grados las distancias al eje del haz, tanto horizontal como verticalmente, y se recoge gran numero de lecturas de intensidades luminosas en diferentes puntos; las curvas que se dibujan unen puntos de igual intensidad luminosa. Los diagramas isocandela que se refieren a haces notablemente dispersos se representan a veces en proyección semiesférica, en la cual las áreas de las zonas estudiadas pueden verse con mayor precisión que empleando coordenadas rectilíneas.

Un diagrama isolux es un conjunto de curvas que unen puntos del plano de trabajo que reciben la misma iluminación. Con objeto de que la información pueda ser fácilmente aplicable para distintas alturas de montaje las distancias en el plano de trabajo se expresan en múltiplos de dicha altura. La iluminación para otras alturas de montaje distinto del correspondiente a las curvas trazadas se obtiene

multiplicando los valores dados por éstas por la relación entre el cuadrado de la altura de montaje dada y el cuadrado de la nueva altura de montaje.

Cada altura de montaje, o distancia entre la luminaria y el plano de trabajo da lugar a un diagrama isolux distinto. El diagrama isocandela por otro lado, es una característica fija de la luminaria, independientemente de la distancia o altura de montaje.

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 haya cumplido todos los aspectos de "cantidad" 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 nuestro sentido de comodidad y de soltura cuando nuestros ojos no están absortos de trabajo. Este aspecto de calidad esta relacionado con la cantidad de deslumbramiento directo o luz deseable, 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.

1. Reduciendo la brillantez de los luminarios en dirección a nuestros ojos.
2. Colocando los luminarios molestos fuera de nuestra línea de visión directa.
3. Empleando reflectancias adecuadas en todo el cuarto y en las superficies de los muebles.

TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS

MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN	ECUACIONES FUNDAMENTALES	MÉTODOS DE MEDIDA	APLICACIÓN PRINCIPAL
Intensidad	I	Candela (cd)	La candela es la cantidad	$I = E \times D^2$	Las medidas de intensidad	La intensidad luminosa
Luminosa		La	física básica internacional	I = Intensidad luminosa en	luminosa son ante todo trabajos	se emplea no solo para
Densidad de luz		intensidad	de luz, las demás unidades	en todas las medidas de	de laboratorio que requieren	indicar la intensidad de
dentro de un		luminosa de	se derivan de ella. Su	E = Nivel de iluminación en	Instrumentos especiales.	una fuente en una
ángulo sólido		una fuente	valor esta determinado	luz.	Pueden conseguirse	determinada dirección,
extremadamente		expresada	por la luz emitida por un	D = Distancia en metros	estimaciones aproximadas de	si no que
pequeño, en		en candelas	es su patrón de laboratorio	desde la fuente a la	la intensidad luminosa en una	frecuentemente se
una dirección		es	llamado cuerpo negro,	superficie iluminada.	fuelle o luminaria.	toman medidas de la
determinada		"potencia en	trabajando a una		1. - Colocando un luxómetro a	potencia en candelas
		candelas"	temperatura específica	MSCP = $\frac{\text{Flujo en lúmenes}}{12.57}$	una distancia mínima de cinco	desde distintos ángulos
		(cp)	Una vela corriente de	(MSCP. Iniciales de "mean	veces la dimensión máxima de	alrededor de la fuente o
			cera tiene en dirección	Spherical Candlepower", o	la luminaria.	luminaria, y se
			horizontal una intensidad	potencia media en candelas	2. - Orientando la célula del	representan
			luminosa de	de una fuente en todas	aparato directamente hacia la	los
			aproximadamente una	direcciones)	luminaria.	resultados para obtener
			candela.		3. - Multiplicando la lectura	luminosa. Esta curva
			La intensidad luminosa		efectuado en un lux por el	cuadrado de la distancia en
			es una propiedad		metros. Naturalmente, no debe	muestra la intensidad
			característica de una		existir otra luz en la habitación	luminosa en cualquier
			fuelle de luz, y da la		y además puede que sea	dirección, y a partir de
			información relativa al		preciso efectuar una corrección	ellos pueden hacerse
			flujo luminoso en su		por la luz reflejada en las	cálculos de iluminación
			origen.		paredes y el techo.	

Tabla obtenida: Westinghouse, Manual de alumbrado.

Tabla 2.2

TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS.

MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN	ECUACIONES FUNDAMENTALES	MÉTODOS DE MEDIDA	APLICACIÓN PRINCIPAL
<p><i>Flujo luminoso:</i> luz emitida por unidad de tiempo</p> <p>La luz es una forma de energía radiante en movimiento</p> <p>Ordinariamente, sin embargo, el elemento tiempo puede desprejarse, y el flujo luminoso se considera comúnmente como una magnitud definida</p>	<p>Φ</p>	<p>Lumen (lm)</p>	<p>Un lumen es el flujo de luz que incide sobre una superficie de 1 metro cuadrado, la totalidad de cuyos puntos diste 1 metro de una fuente puntual teórica que tenga una intensidad luminosa de una candela en todas direcciones. Esta superficie es una sección de un metro cuadrado de una esfera de un metro de radio en cuyo centro se encuentra una fuente puntual uniforme de una candela. El mismo concepto puede expresarse diciendo que un lumen es el flujo luminoso emitido en un ángulo sólido unidad por una fuente puntual uniforme de una candela.</p>	<p>Lúmenes incidentes sobre una superficie: $F = E \times S$ F = Flujo en lúmenes E = Nivel de Iluminación S = Superficie en m².</p> <p>Lúmenes emitidos o reflejados por una superficie difusora: $F = B \times s$ B = Brillo fotométrico en lamberts s = Superficie en cm².</p> <p>Flujo luminoso total de una fuente: $F = MSCP \times 12.57$ Lúmenes (Como la esfera de 1 m. De radio tiene una superficie de $4\pi = 12.57$ m², una fuente puntual uniforme de una candela producirá 12.57 Lúmenes</p>	<p>Las medidas de flujo de las fuentes luminosas se efectúan por procedimientos de laboratorio que requieren equipos especiales. No obstante, la cantidad de lúmenes que inciden sobre una superficie puede evaluarse con la ayuda de un luxómetro normal. Para ello se obtendrá en primer lugar las lecturas en luz en varios puntos de la superficie con objeto de hallar un valor promedio y se multiplica a continuación este valor medio obtenido por el área de la superficie en metros cuadrados.</p>	<p>El lumen sirve para expresar cantidades de flujo luminoso: la emisión total de una fuente, la emisión de una zona angular determinada, la cantidad de luz reflejada, absorbida o transmitida por un objeto, la cantidad de luz incidente sobre una superficie, etc. El método de los lúmenes para calcular el nivel de iluminación se basa en el flujo luminoso emitido por las fuentes y en la distribución del mismo dentro de la zona considerada</p>

Tabla 2.3
Tabla obtenida: Westinghouse, Manual de Alumbrado.

TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS.

MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN	ECUACIONES FUNDAMENTALES	MÉTODOS DE MEDIDA	APLICACIÓN PRINCIPAL
<i>Iluminación:</i> Densidad de flujo luminoso sobre una superficie.	E	Lux (lx)	Un lux es la iluminación en un punto (A) sobre una superficie que dista, en dirección perpendicular, un metro de una fuente puntual uniforme de una candela. De la definición de lumen se deduce que un lumen uniformemente distribuido en un metro cuadrado de superficie produce una iluminación de un lux. <i>Numero de lux incidentes sobre una sup erficie</i> $= \frac{\text{lumenes}}{\text{área en m}^2}$	Ley de la inversa de los cuadrados: La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente de la luz y la superficie iluminada Ley de coseno: la iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia (ángulo formado por la dirección del rayo incidente y la perpendicular a la superficie). $E = \frac{I \cos X}{D^2}$ $E = \frac{I}{D^2}$ (para un ángulo de incidencia de 0°, y por lo tanto, cos 0°=1) E = iluminación en lux, I = intensidad luminosa en candela, D = distancia en metros, X = ángulos de incidencia.	Pueden utilizarse diferentes modelos de luxómetros portátiles adecuados.	Las lecturas en lux sirven para indicar la iluminación en un punto de determinado o la iluminación medida sobre una superficie. La ley de la inversa del cuadrado constituye la base del calculo en el método "punto por punto" para proyectos de alumbrado La ley de la inversa del cuadrado se aplica estrictamente sólo a una fuente puntual. Sin embargo, en la mayoría de los tipos de luminancias para alumbrado interior, se puede considerar que es bastante exacta en la práctica, si la distancia a la que se toman las medidas es como mínimo 5 veces la mayor dimensión de la fuente de luz.

Tabla obtenida: Westinghouse, Manual de alumbrado. Tabla 2.4

TERMINOLOGÍA Y MEDIDAS.

MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN	ECUACIONES FUNDAMENTALES	APLICACIÓN PRINCIPAL
Luminancia o Brillo fotométrico Intensidad luminosa en una superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la misma El ojo ve brillo, no iluminación Todos los objetos visibles tienen brillo, que normalmente es independiente de la distancia de observación	B	(stilb) (candela por centímetro cuadrado) o bien Lambert (lumen por centímetro cuadrado)	La luminancia se expresa de dos formas en candelas por unidad de superficie o en lúmenes por unidad de superficie. Una superficie que emite o refleja luz en una dirección determinada a razón de una candela por cm ² de área proyectada tiene un brillo en dicha dirección de stilb (candela por cm ²) Una superficie que tiene brillo en una dirección dada igual al brillo uniforme de una superficie perfectamente difusora que emite o refleja un lumen por pie cuadrado, tiene en dicha dirección un brillo de un footlambert (lambert – pie), (unidad utilizada en los países de habla inglesa) Un lambert es la luminancia o brillo de una superficie que emite o refleja un lumen por centímetro cuadrado.	Para una superficie reflectora difusa: $B = \frac{E \times r}{1000}$ $B = \frac{E \times r}{S}$ B = brillo en Imberts; E = nivel de iluminación en lux, F = flujo luminoso en lúmenes, S = superficie en cm ² , r = factor de reflexión. Si la superficie considerada se aparta considerablemente de las características de un difusor perfecto, los lúmenes emitidos o reflejados no pueden calcularse con seguridad basándose en una sola lectura de brillo tomada desde un ángulo cualquiera. 1 cd/plg ² = 0.486 lamberts 1 lambert = 929 lamberts – pie = 2,054 cd/plg ² 1 miliambert = 0.001 lamberts = 0.929 lamberts – pie = 0.002 cd/plg ² .	Las luminancias relativamente altas, tales como las fuentes de luz, se expresan normalmente en stilbs. Como la luminancia de una superficie mate puede calcularse en mililamberts multiplicando la iluminación en lux por el factor de reflexión ² y dividido por 10, esta unidad es muy adecuada para expresar los brillos o luminancias de superficies iluminadas.

Tabla 2.5
Tabla obtenida: Westinghouse, Manual de alumbrado.

² Para información sobre valores de reflexiones, consultar "Catalogo condensado 2000 de HOLOPHANE.

CAPITULO III - FUENTES LUMINOSAS

LAS FUENTES LUMINOSAS SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS CATEGORÍAS

- a) De irradiación por efecto térmico: lámparas incandescentes o halógenas (por ciclo de yodo).
- b) De descarga en un gas o vapor: lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio y vapor de sodio.

ELEMENTOS A CONSIDERAR AL SELECCIONAR UNA LÁMPARA

- o **Potencia nominal:** Condiciona la magnitud del flujo emitido por la lámpara así como las proporciones de la instalación desde el punto de vista eléctrico.
- o **Rendimiento cromático:** Condiciona una mayor o menor apreciación de los colores.
- o **Temperatura de color:** Condiciona la tonalidad de la luz. Se dice de una lámpara que proporciona una luz cálida o fría según predominen las radiaciones en el campo del rojo o del azul.
- o **Tamaño y fijación:** Condicionan la construcción de los luminarios (direccionalidad del haz luminoso y costo).

TIPOS DE FUENTES

Lámparas de vapor de sodio a alta presión (VNA - Alta presión)

Estas lámparas se desarrollaron para mejorar el tono de luz, la reproducción cromática y la conservación de un alto rendimiento luminoso de las lámparas de vapor de sodio a baja presión, debido a que su presión es mas alta dejan destacar un espectro mas continuo dando como resultado un color blanco dorado.

El bulbo exterior de esta lámpara es de vidrio duro y en su interior se encuentra alojado un tubo de descarga en donde se encuentran los componentes; sodio, mercurio y un gas noble (Xenón o Argon), de los cuales el sodio es el principal productor de luz. Este tubo de descarga esta compuesto de un material de oxido de aluminio, que además de resistir temperaturas de aproximadamente 1000° C, resiste también las reacciones químicas del sodio y posee una transmisión de luz de mas del 90%.

El mercurio evaporado reduce la conducción del calor del arco de descarga a la pared del tubo de descarga y con esto se consiguen mayores potencias en tubos de descarga de menor tamaño.

El gas Xenón es agregado para obtener un encendido seguro de la lámpara con bajas temperaturas ambiente.

En ambos extremos del tubo se encuentra dos tapones de corindón sinterizado que cierran herméticamente el tubo y al mismo tiempo soportan los electrodos.

Debido a la alta presión en que se encuentra el gas, estas lámparas requieren de altas tensiones que van desde 2.8 a 5 Kv, las cuales son proporcionadas por un

dispositivo de arranque (condensador de compensación) que va conectado con el correspondiente balastro. (ver figura 3.1)

Áreas de utilización:

Iluminación de grandes arterias, plazas y zonas aeroportuarias, edificios, monumentos e industrias.

Lámpara de Vapor de Sodio a Alta Presión

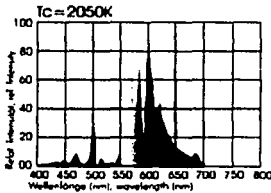


Diagrama Espectral

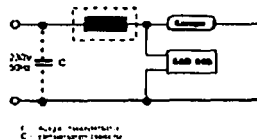


Diagrama del Circuito

Figura 3.1

Lámparas de aditivos metálicos

Esta lámpara, que viene siendo una lámpara de vapor de mercurio a alta presión, pero además del mercurio, tiene halogenuros³¹ de tierras raras, como son: Dysprosio (Dy), Holmio (Ho), Tulio (Tm). De esta manera se obtienen rendimientos luminosos más elevados y una mejor reproducción cromática.

El tubo de descarga que se encuentra en el interior del bulbo, esta construido de cristal de cuarzo en forma tubular, en cuyos extremos se encuentran colocados un electrodo de Wolframio en donde va depositado un material emisor de

³¹ Un halogenuro es una sal formada por un halógeno (Flour, Cloro, Bromo y Yodo) y un metal (Dysprosio, Holmio y Tulio)

electrones, este material generalmente es oxido de torio. La corriente eléctrica se hace llegar a los electrodos por medio de unas laminillas de molibdeno que van selladas herméticamente con el cristal de cuarzo. El tubo de descarga contiene en su interior: Mercurio (Hg), Yoduro Talico (Tii) y varios de los yoduros de las tierras raras, y Argon a una presión determinada que sirve como gas de arranque, los extremos del tubo de descarga están cubiertos por una capa exterior de oxido de zirconio, que sirve como estancador térmico, debido a que en ellas se encuentran los puntos mas fríos. Durante el funcionamiento de la lámpara el tubo de descarga se encuentra alrededor de los 6000 ° C. La ampolla exterior es de vidrio duro, para que pueda resistir las altas temperaturas durante su funcionamiento.

Debido a los halogenuros, la tensión de encendido de estas lámparas es elevada, necesitándose emplear un cebador o un aparato de encendido con tensiones de choque de 3 a 5 Kv.

Áreas de utilización:

Illuminación de plantas y acuarios, salas de ventas; exposición, muestras, fabricación,

Lámparas de Aditivos Metálicos

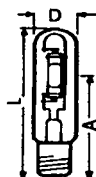
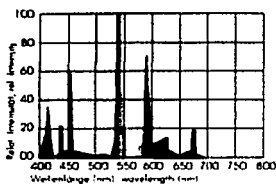


Diagrama del Circuito.

Figura 3.2

Lámparas de vapor de mercurio

Áreas de utilización:

Alumbrado de vías publicas, plazas, jardines.

Ventajas:

Eficiencia luminosa buena, luminancia de tipo medio ($4 - 25 \text{ cd/cm}^2$), rendimiento cromático bueno, reducido tamaño y larga duración (12,000 horas), ninguna limitación en cuanto a la posición de funcionamiento, amplia gama de potencias.

Desventajas:

Empleo de equipo auxiliar para el arranque de la descarga. El encendido no es inmediato: deben transcurrir varios minutos antes de obtener la máxima emisión luminosa; si se les vuelve a poner en circuito cuando todavía están calientes son necesarios de 4 a 10 minutos para el reencendido. Factor de potencia bajo (0.5), por tanto es preciso corregir la fase.

Lámparas incandescentes

Áreas de utilización:

Iluminación de pequeñas avenidas residenciales o jardines.

Ventajas:

Encendido inmediato, sin que se requiera equipo auxiliar, rendimiento cromático optimo, factor de potencia unitario, ninguna limitación en cuanto a la posición de funcionamiento.

Desventajas:

Baja eficiencia luminosa y. por tanto, elevado costo de funcionamiento, notable producción de calor, elevada luminancia, duración limitada, lo que da lugar a

frecuentes intervenciones para sustituirlas, variación del flujo emitido en función del voltaje de alimentación.

Lámparas de vapor de sodio a baja presión

Áreas de utilización:

Iluminación de bifurcaciones, encrucijadas, túneles y para señalar, en general, situaciones de peligro. Son óptimas para las zonas de nieblas frecuentes.

Ventajas:

Eficiencia luminosa elevadísima y buena duración (6000 horas), luminancia de tipo medio (7.5 – 14 cd/cm²).

Desventajas:

La luz emitida es monocromática (amarilla) y los colores de los cuerpos iluminados resultan alterados desfavorablemente, son utilizables, por lo tanto, en aquellos casos en que la correcta reproducción de los colores tiene poca importancia. Requieren equipo auxiliar para la alimentación y solo transcurridos unos 10 o 15 minutos después de la conexión inicial se alcanza el 80% de la emisión máxima. Posición preferente de funcionamiento, horizontal (se admite una inclinación de hasta 20°). Factor de potencia bajo (0.3), por lo que hay que corregir la fase. De considerables dimensiones.


PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

Aparatos de clase I:

Provisto de aislamiento funcional¹⁴ en todas sus partes y provistos de un borne para la puesta a tierra se pueden emplear conectados a sistemas eléctricos cuya tensión de alimentación sea igual o mayor de 50 v respecto a tierra en corriente alterna, e igual o mayor de 75 V respecto a tierra en corriente continua.

Aparatos de clase II:

Están provistos de aislamiento especial¹⁵ y no tienen borne para la puesta a tierra. Se utilizan como alternativa a los de clase I en aquellos casos en los que no se considera factible la conexión a tierra de los aparatos o que dicha conexión no ofrece garantías en cuanto a su eficacia.

En cualquier caso, estos aparatos llevan como contraseña el siguiente símbolo , Seguido por uno de los organismos facultados para su homologación¹⁶. El símbolo debe figurar entre los datos consignados en la placa de características del aparato: tensión, potencia y frecuencia nominal de la fuente luminosa, y todos aquellos datos que faciliten un empleo racional de la misma.

¹⁴ Se describe como funcional al aislamiento necesario para asegurar el funcionamiento normal del aparato y la protección básica contra las tensiones de contacto.

¹⁵ Se entiende por aislamiento especial, uno de los siguientes tipos: a) doble aislamiento, constituido por un aislamiento funcional y otro suplementario; b) aislamiento reforzado, constituido por un aislamiento funcional mejorado hasta el punto de asegurar el mismo grado de protección contra el contacto eléctrico que el doble aislamiento.

¹⁶ Distintivos de los Organismos reconocidos por el decreto que hace referencia a la eficacia del aislamiento especial completo.

**PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS Y
CONTRA LA PENETRACIÓN DE LÍQUIDOS Y POLVO.**

Los aparatos destinados al alumbrado público se clasifican:

Símbolo	Tipo de protección	Aplicación
IP 22	Ninguna protección contra la penetración de polvo; protección contra la filtración de agua con una inclinación de la luminaria de hasta 15°.	En el exterior, bajo cubierto.
IP 23	Ninguna protección contra la penetración de polvo; protección contra la lluvia.	En el exterior, alumbrado público. (luminarias abiertas)
IP 54	Protección parcial contra la penetración de polvo; protección contra las salpicaduras.	Alumbrado público (luminarias cerradas)
IP 55	Protección parcial contra la penetración de polvo; protección contra los chorros de agua.	Túneles.
IP 57	Protección parcial contra la penetración de polvo; estanco a la inmersión.	En lugares polvorientos y muy mojados.
IP 65	Protección total contra el polvo, estancamiento de chorros de agua.	Proyectores a la intemperie.

Tabla 3.1

CAPÍTULO IV - MÉTODO DE CÁLCULO.

FINALIDAD DE UN MÉTODO DE CÁLCULO.

Permiten definir las magnitudes luminotécnicas y geométricas de la instalación.

Entre las que podemos mencionar:

- o La altura de montaje.
- o Separación entre luminarias.
- o El nivel de iluminación media en el área a iluminar.
- o Factor de mantenimiento.
- o El flujo luminoso que deberá emitir cada punto de luz.
- o El factor promedio de iluminación.

MÉTODO PUNTO POR PUNTO.

Se requiere disponer de algunos datos para llevar a cabo los cálculos mediante este método:

- o Curva isocandela de la luminaria prevista, con sus datos técnicos.
- o Disponer de una tabla en la que se anotaran los valores de iluminación obtenidos de las curvas isocandela.
- o Dibujar en una hoja de papel vegetal el trazado de la instalación a una escala adecuada.

Curvas isocandela

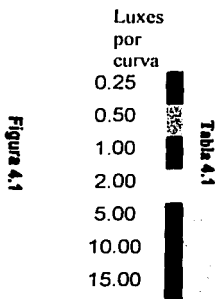
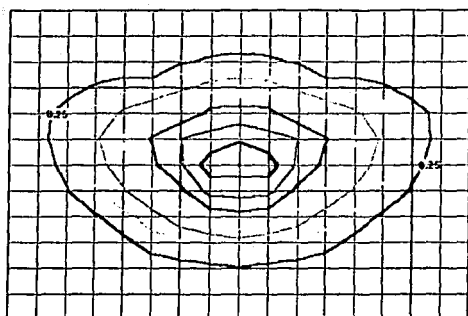
Indican los puntos que en el plano tienen igual nivel de iluminación. Sustancialmente se trata de una familia de curvas trazadas sobre un dibujo realizado a una escala apropiada.

Se obtiene de la siguiente manera; Se determina las rectas vertical y horizontal que pasa por el centro de la lámpara de una luminaria instalada a una altura h : dichas recta incide en el plano del suelo justo en el centro. En el plano mencionado se determinan los puntos de igual iluminación (por ejemplo, 10 lux), y se unen dichos puntos entre sí, obteniendo una curva correspondiente a la lectura de 10 lux.

Para él calculo de esta curva se Considero lo siguiente:

- o Altura de montaje de 4 m.
- o Luminario RSL - 350.
- o Lámpara de Vapor de Sodio a Alta Presión, acabado claro.
- o 150 W.
- o Orientación 0°.
- o Lúmenes 16,000.

(Ver tabla 4.1 y figura 4.1.)



APLICACIÓN DEL MÉTODO PUNTO POR PUNTO.

Los valores de iluminación se obtienen colocando encima de las curvas isocandela el dibujo correspondiente al trazado de la instalación, hecho en papel vegetal. Por transparencia se leen los valores de las isocandela correspondientes a los puntos considerados en el área repetitiva.

Este es un método gráfico que impone la identidad de escalas entre las curvas isocandela y el dibujo de la instalación. Es importante una gran precisión para reducir errores de lectura.

SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CÁLCULO.

Por medio de las curvas isocandela es posible determinar el valor de la iluminación en cualquier punto del área a iluminar. Retomando los datos de la luminaria del ejemplo anterior para mostrar los valores de iluminación en todos los puntos del área considerada obtenemos el siguiente gráfico y tablas:

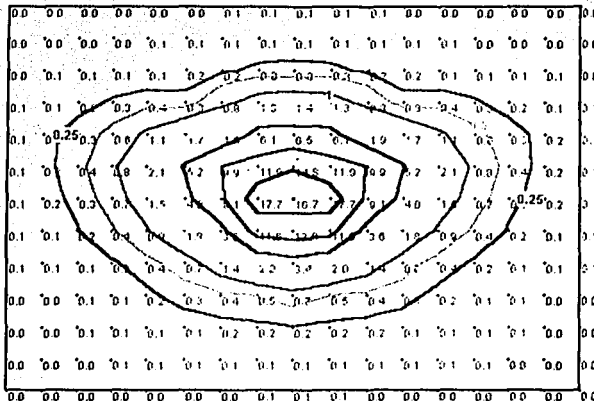


Figura 4.2

Valor máximo (lux)	Valor Mínimo (lux)	Promedio (lux)	Tabla 4.2
17.7	0.1	1.6	

La iluminación media del área a iluminar se deduce de la media de los valores determinados para cada uno de los puntos.

Marcas de clase x Nivel en (Lux)	Frecuencia f	Producto fx
0.1	68.0	6.8
0.2	23.0	4.6
0.3	13.0	3.9
0.4	10.0	4.0
0.5	2.0	1.0
0.6	2.0	1.2
0.7	5.0	3.5
0.8	4.0	3.2
0.9	2.0	1.8
1.1	2.0	2.2
1.3	2.0	2.6
1.4	3.0	4.2
1.5	2.0	3.0
1.7	2.0	3.4
1.8	2.0	3.6
1.9	2.0	3.8
2.0	2.0	4.0
2.1	2.0	4.2
3.4	1.0	3.4
3.6	2.0	7.2
4.0	2.0	8.0
5.2	2.0	10.4
6.1	2.0	12.2
6.5	1.0	6.5
9.1	2.0	18.2
9.9	2.0	19.8
11.6	2.0	23.2
11.9	2.0	23.8
12.9	1.0	12.9
14.8	1.0	14.8
16.7	1.0	16.7
17.7	2.0	35.4
	171.0	273.5

Tabla 4.3

La tabla 4.3 muestra todos los valores en lux representados en la Figura 4.2 para el calculo del la iluminación media.

La siguiente tabla muestra los valores en lux considerando solo los puntos con valor diferente de cero.

Estadísticas	
Promedio	1.6
Máximo	17.7
Mínimo	0.1
Max/Min	177
Prom/Min	16

Tabla 4.4

CAPITULO V - CASO PRACTICO.

PROBLEMA

Se requiere iluminar el jardín que se muestra en la siguiente figura:

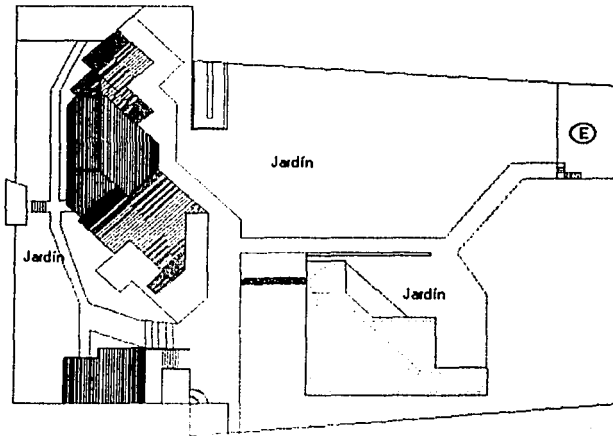


FIGURA 5.1

- o Bajo costo de inversión inicial.
- o Bajo consumo de energía.
- o Bajo costo de mantenimiento.
- o Ambiente moderado con mantenimiento c /24 meses

Los niveles de iluminación requeridos para un jardín según la S.M.I.I y la I.E.S. son los siguientes:

JARDINES (ρ)

Iluminación general	5
Senderos, escalones, lejanos de la casa	10
Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos	20
Flores, jardines entre rocas	50
Árboles y arbustos, cuando se quieren hacer destacar	50

Ver apéndice A, Niveles de Iluminación en México.

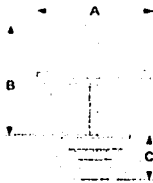
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Selección de la luminaria

El tipo de luminaria seleccionada es la RSL-350 del catalogo de HOLOPHANE de la división iluminación exterior.

ver Figura 5.2.

Tipo de protección para la luminaria **IP 54** de acuerdo a la tabla 3.1.



Entrada para espiga de 2 1/2" Ø Nom
Ced. 40 por 31/2" de Altura

Unidades (mm)	
VNA	A 428
	B 460
	C 242
MH	A 428
	B 460
	C 192



Figura 5.2

Selección del tipo de lámpara

El tipo de iluminación se seleccionara después de una comparación de las lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión y las lámparas de Aditivos Metálicos, Se seleccionará la lámpara que represente mas ventajas en ahorro de energía, tiempo de vida, costo de inversión inicial, costo de mantenimiento.

A continuación se presentan las curvas isolux y características de cada una de las lámparas.

Lámpara de vapor de sodio a alta presión (VNA – Alta Presión)

Watts	Acabado	Lúmenes iniciales	Vida en horas	Eficacia lúmenes/ Watts	Factor de depreciación (L.L.D.) ³	Tabla 5.1
150	Claro	16,000	24,000	107	0.90	

Ver apéndice A

3 DEPRECIACION DE LUMENES DE LA LAMPARA LLD (Lamp Lumen Depreciation) - Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitidos por la lámpara debido al uso normal de operación. (ver apéndice Tablas A-1 y A-2)

DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO LDD (Luminaire Dirt Depreciation) - La acumulación de la suciedad en los luminarios trae como consecuencia una pérdida en la emisión luminosa y, por lo mismo, pérdidas de iluminación en el plano de trabajo. Esta pérdida se conoce como el factor LDD (Luminaire Dirt Depreciation). (Ver apéndice figura A-1 Seleccionar ambiente moderado a dos años)

FACTOR DE MANTENIMIENTO LLF (Light Loss Factor) Factor utilizado en el cálculo de iluminancia bajo condiciones dadas de tiempo y de uso. En él se toma en cuenta las variaciones de temperatura y tensión, acumulación de suciedad en las superficies del cuarto y en el luminario, depreciación de la emisión luminosa de la lámpara, procedimientos de mantenimiento y condiciones atmosféricas

$$LLF = LLD \times LDD$$

La siguiente curva esta tomada a una altura de montaje de 4 m y muestra los niveles de iluminación, así como, Valores máximos, mínimos y promedio en lux.

Curva isocandela
Lámpara de Vapor de Sodio a Alta Presión.

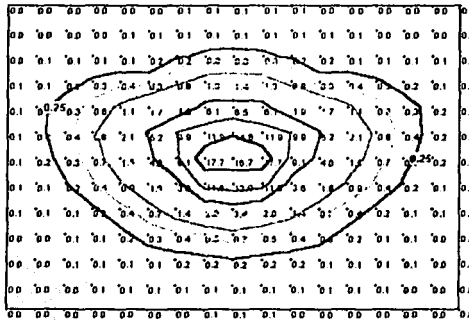


Figura 5.3

Luxes por
curva

- 0.25
- 0.50
- 1.00
- 2.00
- 5.00
- 10.00
- 15.00

Tabla 5.2

Estadísticas

Promedio	1.6
Máximo	17.7
Mínimo	0.1
Max/Min	177
Prom/Min	16
LLF	0.77

Tabla 5.3

En la siguiente figura muestra el plano del jardín con los niveles de iluminación.

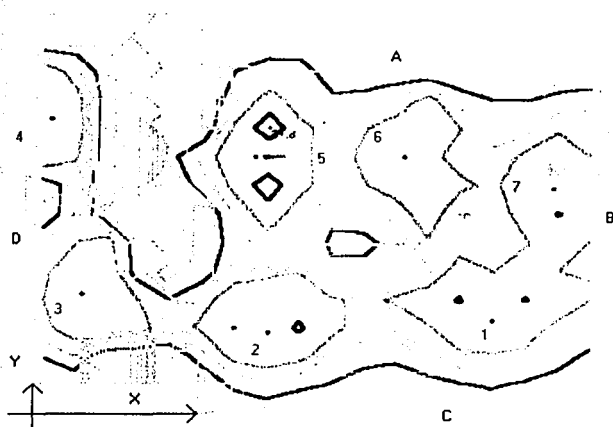


Figura 5.4

Estadísticas

Promedio	10.9 Lux
Máximo	31.8 Lux

Niveles de Iluminación.

Lux	5	10	15	20	25
Color					

MUROS

Estadísticas

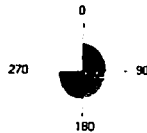
Muro	Promedio	Máximo
A	15.10	38.00
B	19.40	32.8
C	8.70	11.6
D	11.00	18.90

Localización de las luminarias.

No.	X (m)	Y (m)	Altura de montaje. (m)	Orientación.
1	56.9	7.9	4.0	0
2	29.1	6.2	4.0	0
3	4.9	12.7	4.0	90
4	2.8	37.2	4.0	270
5	26.5	31.9	4.0	90
6	45.0	31.8	4.0	90
7	63.5	27.3	4.0	90

Tabla 5.3

La tabla 5.3 muestra la localización de las luminarias en el plano "X" y "Y", Altura de montaje y orientación.



Lámpara de aditivos metálicos (MH).

La siguiente tabla muestra datos de la lámpara de MH:

Watts	Acabado	Lúmenes iniciales	Vida en horas	Eficacia lúmenes/ Watts	Factor de depreciación (L.L.D.)	Tabla 5.4
175	Claro	14,000	10000 V	80	0.77	

Ver apéndice A

La siguiente curva esta tomada a una altura de montaje de 4 m y muestra los niveles de iluminación representados por curvas.

**Curva isocandela
Lámpara de Aditivos Metálicos.**

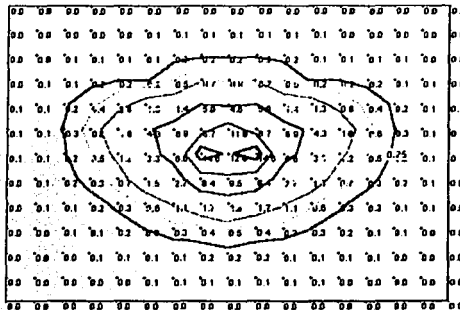


Figura 5.5

Luxes por
curva

0.25
0.50
1.00
2.00
5.00
10.00
13.00

Tabla 5.3

Estadísticas

Promedio 1.4
Máximo 14.6
Mínimo 0.1
Max/Min 146.1
Prom/Min 14.1
LLF 0.65

Tabla 5.6

La siguiente figura muestra el plano del jardín con los niveles de iluminación.

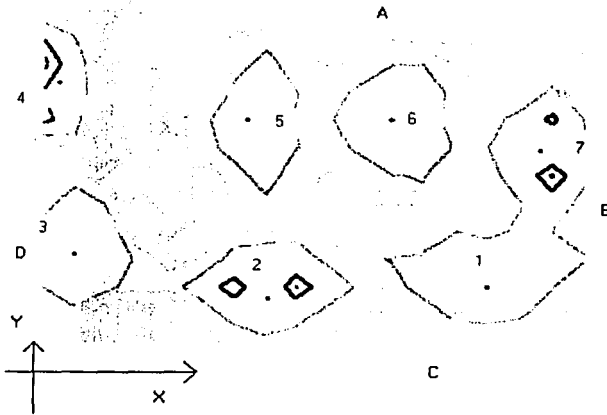


Figura 5.6

Estadísticas

Promedio 7.8 Lux
Máximo 26.3 Lux

Niveles de Iluminación.

Lux 5 10 15 20 25
Color [light gray] [medium gray] [dark gray] [black]

Muros

Estadísticas

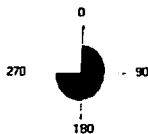
Muro	Promedio	Máximo
A	10.50	25.30
B	11.10	26.00
C	5.30	11.10
D	8.90	5.6

Localización de las luminarias.

No.	X (m)	Y (m)	Altura de montaje. (m)	Orientación.
1	56.9	7.9	4.0	0
2	29.1	6.2	4.0	0
3	4.9	12.7	4.0	90
4	2.8	37.2	4.0	270
5	26.5	31.9	4.0	90
6	45.0	31.8	4.0	90
7	63.5	27.3	4.0	90

Tabla 5.6

La tabla 5.6 muestra la localización de las luminarias en el plano "X" y "Y", Altura de montaje y orientación.



COMPARACIÓN DE LOS LUMINARIOS.

En la tabla siguiente se pueden observar las ventajas de la lámpara de VNA – Alta Presión con relación a la lámpara de MH.

Un ahorro de energía de 16.67 % que en términos monetarios significa un ahorro de \$ 443.52 anuales.

$$\text{Ahorro de energía anual} = (\text{Energía mensual MH} - \text{Energía mensual VNA}) \times 12$$

$$\text{Ahorro de energía anual} = (258.72 - 221.76) \times 12 = 443.52$$

Ver tabla 5.8

La lámpara de VSP tiene un flujo luminoso inicial del 14.28 % mas con relación a las lámparas de MH, así como un 140 % mas de vida en horas.

Comparativo VSP Vs. MH

	VSP	MH	%
Consumo de energía (W)	150	175	- 16.67 %
Lúmenes iniciales.	16,000	14,000	+ 14.28 %
Vida en horas.	24,000	10,000	+ 140.00 %
Eficacia en Lum/W	107	80	+ 33.75 %
Factor de depreciación. (L.L.D.)	0.90	0.77	+16.88 %
Nivel promedio (lux)	1.60	1.40	+ 14.28 %
Nivel máximo (lux)	17.70	14.80	+ 19.59 %

Tabla 6.7

COMPARACIÓN DE COSTOS

Precio de:	VSP	Unidades	Subtotal	MH	Unidades	Subtotal
Luminaria	\$2,957.62	7	\$20703.34	\$3,030.38	7	\$21212.66
Poste (4 m x 7.62 cm ø)	\$ 402.50	7	\$ 2817.00	\$ 402.50	7	\$2817.00
Mantenimiento*	\$ 112.70	7	\$ 788.90	\$1247.75	7	\$1247.75
Energía mensual**	\$ 31.68	7	\$ 221.76	\$ 36.96	7	\$ 258.72

Tabla 58

* Reposición de lámparas: VSP c/ 5.9 años y MH c/2.49 años. "aproximadamente"

** VSP = 0.15 KW X 11 hrs. X \$0.64 X 30 días. "aproximadamente"

Consumo X KW = \$ 0.64.

CONCLUSIONES.

A lo largo de este trabajo logramos observar las ventajas que representan la lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión con relación a las lámparas de Aditivos metálicos para la iluminación de un jardín mostrando un mejor nivel de iluminación; Con un menor costo de inversión inicial, un ahorro de energía y un costo de mantenimiento menor.

Es por eso que este tipo de lámparas son utilizadas para el alumbrado de las calles de la ciudad y actualmente comienzan a utilizarse para el alumbrado de naves industriales dependiendo de sus necesidades.

APÉNDICE

NIVELES DE ILUMINACIÓN EN MÉXICO.

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de iluminación recomendados por el I.E.S.,⁴ para alumbrado exterior, no han variado habiendo demostrado durante ese lapso buenos resultados en su aplicación, la S.M.I.I.,⁵ aprobó recomendar los mismos niveles de iluminación, teniéndose presente que los lugares en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de paga y susceptibles de televisarse.

I.E.S.
S.M.I.I.
LUXES.

Alumbrado exterior

ALUMBRADO DE PROTECCIÓN

Alrededores de áreas activas de embarque	50
Alrededores de edificios	10
Áreas de almacenamiento activas	200
Áreas de almacenamiento inactivas	10
Entradas:	
Activas (peatones y/o transporte)	50
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10
Limites de propiedad:	
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (reflectores de adentro hacia fuera)	1.5
técnica de iluminación general	2

⁴ Illuminating Engineering Society
⁵ Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación. A.C.

Iluminación general áreas inactivas	2
Plataformas de carga y descarga	200
Ubicaciones y estructuras de importancia	50
ASTILLEROS	
Iluminación general	50
Caminos, sendas	100
Área de construcción	300
BANDERAS, ILUMINACIÓN CON PROYECTORES	
(véase tableros para boletines y carteles)	
CALLES	b
CAMINOS	b
CANTERAS	50
CARBON, PATIOS PARA (de protección).	2
CARRETERAS	b
DRAGADO	20
EDIFICIOS	
Construcción general	100
Trabajos de excavación	20
ESTACIONAMIENTOS	50
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS	
Iluminación con proyectores:	
Alrededores brillantes:	
Superficies claras	150
Superficies medio claras	200
Superficies medio oscuras	300
Superficies oscuras	500
Alrededores oscuros:	
Superficies claras	50
Superficies medias claras	100
Superficies medio oscuras	150
Superficies oscuras	200

FERROCARRIL, PATIOS DE

De recepción 2

Clasificación 3

GASOLINERAS:

Alrededores brillantes:

Acceso 30

Calzada para coches 50

Áreas bombas de gasolina 300

Fachadas edificio (de vidrio) 300c

Área de servicio 70

Alrededores oscuros:

Acceso 15

Calzadas para coches 15

Área bombas de gasolina 200

Fachadas edificio (de vidrio) 100c

Área de servicio 30

JARDINES (p)

Iluminación general 5

Senderos, escalones, lejanos de la casa 10

Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos 20

Flores, jardines entre rocas 50

Árboles y arbustos, cuando se quieren hacer destacar 50

MADERAS PARA CONSTRUCCIÓN, PATIOS DE 10

MUELLES 200

PATIOS DE ALMACENAMIENTO (activos) 200

PLANTAS GENERADORAS

Pasarelas 20

Tiradero de ceniza 1

Descarga de carbón:

Rampa (zona de carga y descarga) 50

Área almacenamiento chalana 5

Vaciador de carros	5a
Volcador	50
Área de almacenamiento de carbón	1
Transportadores	20
Entradas:	
Edificios de servicio o generación:	
Principal	100
Secundaria	20
Caseta de compuertas:	
Entrada de peatones	100
Entrada transportadores	50
Cerca o alambrada	2
Colectores de entrega del aceite combustible	50
Tanque de almacenamiento aceite	10
Patio descubierto	2
Plataformas calderas, cubierta de turbina	50
Caminos:	
Entre o a lo largo de los edificios	10
Que no estén bordeados por edificios	5
Subestación:	
Iluminación general horizontal	20
Iluminación vertical específica (sobre desconectores)	20
PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA	200
Interior de los furgones	100
PRESIDIO, PATIOS DE TABLEROS PARA BOLETINES, CARTELES O LETREROS	
Alrededores brillantes:	
Superficies claras	500
Superficies oscuras	1000
Alrededores oscuros:	
Superficies claras	200

Superficies oscuras

500

- a. Se puede obtener con la combinación de alumbrado general y alumbrado suplementario especializado, manteniendo las relaciones de brillantez recomendadas. Estas tareas visuales generalmente hacen intervenir la discriminación de los detalles delicados por largos periodos de tiempo y bajo condiciones de contraste reducido. Para dar la iluminación requerida, es necesario usar una combinación del alumbrado general antes indicado más el alumbrado suplementario especializado. El diseño e instalación de estos sistemas combinados no deberá únicamente proveer una cantidad suficiente de luz, si no que también deberá dar la dirección apropiada de luz, difusión y además protección al ojo humano. Deberá también, tanto como sea posible, eliminar el deslumbramiento directo o reflejado como sombras desagradables.
- b. Iluminación promedio recomendada (luxes)

CLASIFICACION DE TRANSITO DE VEHÍCULOS POR HORA

	Muy escaso (menos de 150)	Escaso (150 – 500)	Mediano (500 – 1200)	Intenso (mas de 1200)
Intenso	6	8	10	12
Mediano	4	6	8	10
Escaso	2	4	6	8

Estos valores están basados en condiciones de reflexión de pavimento muy favorables, del orden de 10%.

Cuando la reflexión sea pobre (del orden de 3%, como en el asfalto) la iluminación recomendada deberá elevarse 50%, cuando la reflexión sea raramente alta (20% o más, como en el concreto claro) los valores recomendados pueden reducirse un 25%.

Los valores recomendados se suponen que deberán mantenerse en servicio.

Si el mantenimiento es bajo, estos valores deberán aumentarse.

El valor mas bajo en cualquier punto de la carretera no deberá ser menos de 1/10 de los valores indicados en la tabla para carreteras con transito de vehículos muy escaso y con transito de peatones escaso, y no menor de ¼ de los valores antes indicados para todos los demás casos de carreteras.

- c. Vertical.

Para mayor información sobre los niveles de iluminación de otras áreas dirigirse al catalogo de "Principios de iluminación y Niveles de iluminación en México" Holophan

DATOS DE LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS

Watts	Acabado	Lúmenes Iniciales	Vida En Horas	Eficacia Lúmenes /Watts	Factor De Depreciación (L.L.D.)	Base	Bulbo	Longitud En (Cm)
70	CLARO	5200	15000V-10000H	74	0.81	E-26	ED-17	14.60
70	FORFORADO	4800	15000V-10000H	74	0.75	E-26	ED-17	14.60
100	CLARO	7800	10000V-7500H	78	0.75	E-26	ED-17	14.60
100	FOSFORADO	8000	15000V-10000H	78	0.73	E-26	ED-17	14.60
175	CLARO	14000	10000V-7500H	80	0.77		BT-28	21.10
175	FOSFORADO	13000	10000V-7500H	80	0.73		BT-28	21.10
250	CLARO	22000V-20000H	10000	82	0.83		BT-28	21.10
250	FOSFORADO	22000V-20000H	10000	82	0.78		BT-28	21.10
400	CLARO	36000V-32000H	20000V-15000H	90	0.75		BT-37	29.20
400	FOSFORADO	36000V-32000H	20000V-15000H	90	0.72	MOGUL	BT-37	29.20
400	CLARO	40000	20000	100	0.80		BT-37	29.20
1000	CLARO	110000V-107800H	12000V-9000H	110	0.80		BT-56	39.00
1000	FOSFORADO	110000V-107800H	12000V-9000H	105	0.78		BT-56	39.00
1500	CLARO	155000V	3000	103	0.92		BT-56	39.00
1500	CLARO	155000V-150000H	3000	103	0.92		BT-56	39.00

TABLA

A-1

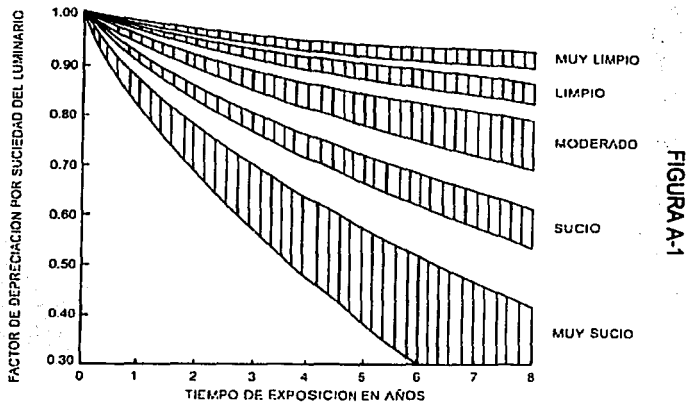
DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION

Watts	Acabado	Lúmenes Iniciales	Vida En Horas	Eficacia Lúmenes /Watts	Factor De Depreciación (L.L.D.)	Base	Bulbo	Longitud En (Cm)
35	CLARO	2250	16000	64	0.90	MÉDIUM	ED-17	13.81
50	CLARO	4000		80	0.90	MÉDIUM	ED-17	13.81
70	CLARO	6300		90	0.90		ED-23 ½	19.70
70	DIFUSO	6000		86	0.90		ED-23 ½	19.70
100	CLARO	9500		95	0.90		ED-23 ½	19.70
100	DIFUSO	8800		88	0.90		ED-23 ½	19.70
150	CLARO	16000		107	0.90		E-28	19.70
150	DIFUSO	15000	24000	100	0.90	MOGUL	E-28	19.70
250	CLARO	27500		110	0.90		E-18	24.80
250	DIFUSO	26000		104	0.90		E-28	22.90
400	CLARO	50000		125	0.90		E-18	24.80
400	DIFUSO	47500		119	0.90		E-37	28.70
1000	CLARO	140000		140	0.90		E-25	38.30

TABLA
A-2

**ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE DEPRECIACIÓN POR
SUCIEDAD (LDD).**

Grafica para estimar los factores de depreciación por suciedad en los luminarios de alumbrado publico para unidades cerradas y con empaque.



**SELECCIÓN DE LA CURVA DE ACUERDO AL TIPO DE
AMBIENTE**

Muy limpio.

Que no existan actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía y un bajo nivel de contaminación ambiental, tráfico ligero generalmente limitado a áreas

residenciales o rurales, el nivel de partículas ambientales no es mayor de 150 microgramos por m³

Limpio

Que no existan actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico moderado o pesado, el nivel de partículas ambientales no es mayor de 300 microgramos por m³

Moderado

Moderada actividad generadora de polvo y humos en la cercanía, el nivel de partículas no es mayor de 600 microgramos por m³

Sucio

Humo y polvo generados por actividades en la cercanía pueden ocasionalmente envolver al luminario.

Muy sucio

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

BIBLIOGRAFÍA

EL INSTALADOR CUALIFICADO;

Vitorio RE Iluminación Externa.

Marcombo, Boixarev Editores.

WESTINGHOUSE;

Manual del Alumbrado 4^a Edición.

Limusa Noriega Editores, CIE Inversiones Editoriales.

HOLOPHANE; Catalogo Condensado.

HOLOPHANE; Principios de Iluminación y Niveles de iluminación en México.

OSRAM; Conceptos de Iluminación Artificial.