



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN C- 4

**PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE
ILUMINACIÓN PARA INTERIORES Y
EXTERIORES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

PRESENTAN:

HUGO ENRIQUE GÓMEZ GONZÁLEZ

CALVA SEBASTIAN CAMILO

ASESOR: ING. CASILDO RODRÍGUEZ ARCINIEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2009



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.

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS:

Por darme la vida y protegerme y ayudarme a salir adelante.

A MIS PADRES:

Enrique Gómez y Ángela Guadalupe González, que gracias a su apoyo y la educación que me inculcaron, ya que gracias a ellos pude lograr mis metas y son parte importante en mi vida y estaré siempre agradecido con dios por haberme dado unos padres ejemplares que son parte de cada éxito obtenido, y gracias por creer en mi, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor por todo esto les agradezco de todo corazón y este trabajo es de ustedes.

A MI HERMANA:

Fabiola Gómez, que siempre me brindo su apoyo incondicional y por darme sabios consejos y de ser mejor cada día y jamás darme por vencido, es parte importante de mi vida.

A MI FAMILIA:

Mis Abuelas, mis Primos y Tíos, que siempre me brindaron su apoyo y ayuda en muchos momentos de mi vida.

A MIS GRANDES AMIGOS:

Juan Carlos, Roberto Rodríguez, Diana Alvarado, Gabriel Santillán, Francisco Páez, Jorge Evangelista, Emmanuel Morales, Mariadne Morales, Elisa Morales, Lucia Guerrero, Xochitl, ya que son amigos que siempre estuvieron en momentos que marcaron mi vida. A Camilo por haber querido realizar este proyecto conmigo ya que es un gran amigo y haber puesto mucha dedicación a este trabajo

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO:

Que gracias a la Universidad pude lograr uno de mis sueños el de convertirme en profesionista y darme los conocimientos para poder ejercer una carrera y ser una persona preparada.

HUGO E.

A MIS PADRES

Agradezco a mi papa y a mi mama por haberme, inculcado buenos valores y principios, les agradezco por haberme dado su apoyo, comprensión y la confianza que depositaron en mi, sobre todo que nunca me dejaron solo, que las buenas y en las malas siempre estuvieron a mi lado, gracias por respetar mis decisiones, y eso se los agradeceré por siempre.

A MI ESPOSA ANGELICA Y MI HIJA KENIA

Agracias a ella por el infinito apoyo y comprensión que me a dado, para llegar hasta el final, por que sin ella no tuviera la fuerza necesaria para seguir adelante, al principio fue difícil y desesperante pero juntos lo logramos y a este trabajo también se lo dedico a ella, gracias mi vida y a mi hija también este trabajo se lo dedico, gracias por quererme tanto y que nunca las voy a defraudar.

A MIS HERMANOS

A mis hermanas: Hermelinda, Angélica, maría de la luz y Ana Lilia y hermanos: Raudel, Gilberto y Lázaro, les agradezco por sus valiosos consejos, amistad y respecto que siempre tuvimos, para mi fue difícil llegar hasta aquí, pero no imposible y eso se los de bebo a ustedes que me motivaron llegar hasta el final.

A MI AMIGO Y COMPAÑERO HUGO ENRIQUE

Por su amistad, el respeto que siempre tuvimos, aun que al principio para nosotros fue difícil, pero lo logramos, así como a todos mis amigos saben que siempre contarán conmigo.

A DIOS

Al final, y por eso no significa que no sea importante, dios que es mi agradecimiento mas grande, por que sin su ayuda no pudieran hacer tantas cosas y no hubiera llegado hasta aquí, gracias dios y espero que me sigas iluminando para ser una buena persona así como un buen profesionista.

CAMILO.

INDICE

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO 1 **“FISICA DE LA LUZ”.**

1.1.- Naturaleza de la luz.	1
1.2.- Definición de la luz.	1
1.3.- Imagen del Espectro Radiante.	2
1.4.- Espectro de luz Visible.	2
1.5.- Luz Ultravioleta e Infrarrojo.	3
1.6.- El ojo humano.	3
1.7.- Luz y Visión.	4

CAPITULO 2 **“TERMINOLOGIA DE LA ILUMINACIÓN”**

2.1.- Términos y unidades de Iluminación.	5
2.1.1.- Angulo sólido.	5
2.1.2.- Flujo luminoso.	6
2.1.3.- Intensidad Luminosa.	6
2.1.4.- Iluminación.	6
2.1.5.- Luminancia.	7
2.1.6.- Brillantes.	7
2.1.7.- Reflectancia.	7
2.1.8.- Transmitancia.	8
2.1.9.- Eficiencia.	9
2.1.10.- Temperatura de color.	9
2.2.- Leyes de Iluminación:	9
2.2.1.- En inverso de los cuadrados.	9
2.3.- Concepto de Lumen.	10
2.4.- Ley del coseno.	11
2.5.- Absorción.	11
2.6.- Polarización.	11
2.7.- Medición.	12

CAPITULO 3 **“FUENTES DE LUZ”**

3.1.- Producción de la luz.	13
3.1.1.- Incandescencia.	14
3.1.2.- Descarga gaseosa.	15
3.1.3.- Fluorescencia.	15
3.2.- Características de las fuentes:	15
3.2.1.- Producción.	16
3.2.2.- Depreciación.	16
3.2.3.- Mortalidad.	16
3.3.- Lámparas Incandescentes.	17
3.3.1.- Lámparas de Filamento:	17
3.3.2.- Sus elementos.	17
3.3.3.- Clasificación.	17
3.3.4.- Convencional.	18
3.3.4.1.-Ventajas y Desventajas.	18
3.3.4.2.-Curva de mortalidad.	19
3.3.5.- Halógena.	19
3.3.5.1.-Ciclo halógeno.	19
3.3.5.2.-Ventajas y desventajas.	21

3.3.5.3.- Bases de incandescentes y halógenas.	22
3.4.- Lámparas Fluorescentes:	23
3.4.1.- Operación.	23
3.4.2.- Elementos.	24
3.4.3.- Clasificación.	24
3.4.4.- Su sistema auxiliar.	27
3.4.5.- Tipos de balastos.	28
3.4.6.- Ventajas y Desventajas.	28
3.5.- Lámparas de Descarga de Alta Intensidad.	29
3.5.1.- Operación partes y su clasificación.	29
3.5.2.- Aditivos Metálicos.	30
3.6.- Lámparas de Mercurio.	32
3.7.- Lámparas de Haluros Metálicos.	34
3.8.- Lámparas de Vapor de Sodio.	35
3.9.- Lámpara de Luz Mixta.	37

CAPITULO 4

“FOTOMETRIA”

4.1.- Luminaria.	38
4.2.- Datos fotométricos.	39
4.3.- Luminancia.	40
4.4.- Deslumbramiento.	40
4.5.- Control de la luz en luminaria.	41
4.6.- Coeficiente de Utilización.	43
4.7.- Separación máxima.	43
4.8.- Clasificación de las luminarias.	44
4.9.- Eficiencia de las luminarias	47
4.10.- Factor de Pérdidas luminosas.	47
4.11.- Coeficiente de Luminancia.	47

CAPITULO 5

“DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN”

5.1.- Características de una instalación de iluminación:	48
5.1.1.- Cantidad.	48
5.1.2.- Calidad.	48
5.1.3.- Costos.	49
5.2.- Procedimientos básicos de diseño:	50
5.2.1.- Objetivos.	50
5.3.- Métodos de Cálculo.	51
5.3.1.- Método de Lumen.	51
5.3.2.- Índice de Cuarto.	52
5.3.3. Cavidad Zonal.	53
5.3.3.1.- Factores de Pérdida.	54
5.4.- Distribución.	57
5.5.- Método de punto por punto:	59
5.5.1.- Iluminación normal.	59
5.5.2.- Horizontal.	60
5.5.3.- Vertical.	61
5.6.- Información Fotométrica.	63
5.7.- Tablas.	64
5.8.- Conclusiones.	67
BIBLIOGRAFIA	68

INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este trabajo tiene la finalidad de hacer mas dinámica la enseñanza de la asignatura de iluminación, mediante texto e imágenes y graficas en formato del programa Power Point.

En cada uno de los capítulos se dará una pequeña introducción relacionada con el tema, complementando con imágenes que ilustran lo descrito en la introducción. Es necesario tener una referencia de lo que se estar mencionando en cada capitulo ya que así tendremos una idea de lo que se pretende explicar.

Cabe señalar que solo se abarcaran los primeros cinco capítulos del temario de la materia de Iluminación.

Existen dos tipos de cálculo de iluminación que son el Método de Lumen y el Método de Punto por Punto. Los dos métodos son muy efectivos y en este trabajo nos enfocaremos al Método de Lumen.

Reseña Histórica.

La primera forma de iluminación artificial se daba lograba con las fogatas utilizadas para calentarse y protegerse de los animales salvajes. Las chispas que saltaban de estas fogatas se convirtieron en las primeras antorchas. Durante muchos milenios la antorcha continuo como una importante fuente de iluminación. Durante el medioevo las antorchas, portátiles o ancladas en soportes metálicos de las callejuelas y plazas, se convirtieron en el primer ejemplo de alumbrado publico. Después se inventaron las lámpara de terracota que son las mas antiguas, que datan de 7000 a 8000 A.C., han sido encontradas en las planicies de Mesopotamia.

El uso de velas data a los principios de la era cristiana y su fabricación es probablemente una de las industrias mas antiguas. La primeras velas eran hechas con palos de madera recubiertos con cera de abeja. Se piensa que los fenicios fueron los primeros en usar velas de cera (400 D.C.).El uso de velas no era tan común como el de lámparas de aceite, pero su uso se incremento durante el medioevo. La primera instalación de luminarias de gas, la uso William Murdock en 1784 para iluminar su casa en Inglaterra. Posteriormente, se iluminaron almacenes, a los cuáles se conducía el gas por medio de ductos de metal. En 1650, Otto Von Guerike de Alemania descubrió que la luz podía ser producida por excitación eléctrica. Encontró que cuando un globo de sulfuro era rotado rápidamente y frotado, se producía una emanación luminosa. En 1706, Francis Hawsbee invento la primera lámpara eléctrica al introducir sulfuro dentro de un globo de cristal al vacío. Después de rotarla a gran velocidad y frotarla, pudo reproducir el efecto observado por Von Guerike.

Siguieron los años y la evolución de los luminarios a sido impresionante hasta obtener luminarios de diferentes tamaños y para diferentes aplicaciones y con tremenda variedad con respecto al costo de estos mismos.

ILUMINACIÓN

CAPITULO 1 “FISICA DE LA LUZ”.

Por medio de la luz podemos distinguir objetos y colores en nuestra vida cotidiana y es la principal fuente de iluminación ya que sin ella no podríamos ver lo que pasa a nuestro alrededor, y sin luz no hay visión. Fig. (1)

Nuestros ojos son capaces de percibir solo un pequeño intervalo de radiaciones electromagnéticas de longitud de onda en el espectro radiante el cual se compone por ondas que no son perceptibles al ojo humano.



Fig. (1)

1.1-NATURALEZA DE LA LUZ.

La naturaleza física de la luz ha sido uno de los grandes problemas de la ciencia. Desde la antigua Grecia se consideraba la luz como algo de naturaleza corpuscular, eran corpúsculos que formaban el rayo luminoso. Así explicaban fenómenos como la reflexión y refracción de la luz.

1.2.- DEFINICION DE LA LUZ.

La luz es una forma de energía (radiante, electromagnética y ondulatoria) perceptible por nuestros sentidos, que tiene la propiedad de transmitir información sobre su punto de origen y los cuerpos que la absorben y reflejan. La luz hace posible la percepción de la forma, el volumen y el color de los objetos. Fig. (2)

La luz que llega a nuestros ojos y nos permite ver, es un pequeño conjunto de radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda comprendidas entre los 380 nm (nanometros) y los 770 nm.



Fig. (2)

1.3.-IMAGEN DEL ESPECTRO RADIANTE.

La distribución espectral es la característica física fundamental de la luz es la longitud de onda en que se transmite la radiación. Normalmente una emisión luminosa esta compuesta por ondas de distintas longitudes entremezcladas entre si.

La distribución espectral indica las diferentes longitudes de onda y sus proporciones respectivas. En el espectro visual afecta principalmente a las cualidades cromáticas. Fig. (3)

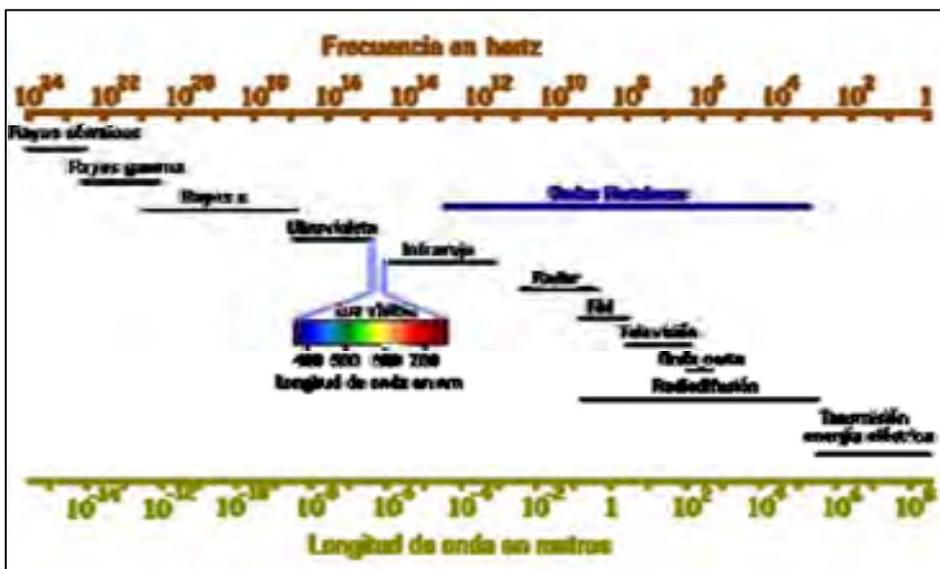
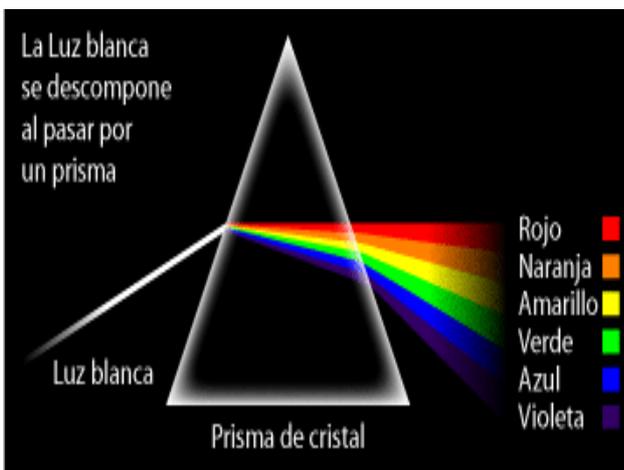


Fig. (3)

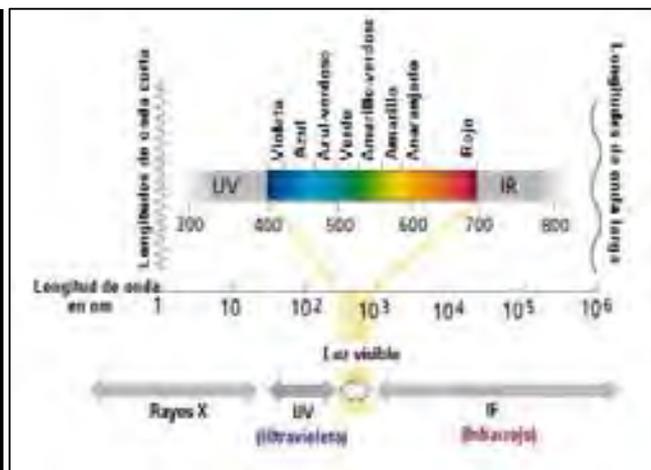
1.4.-ESPECTRO DE LUZ VISIBLE.

La luz blanca visible o espectro visible, es tan solo una pequeña fracción del espectro electromagnético total. Todos los colores del espectro visible combinados entre sí dan como resultado la luz blanca. Estos colores, básicamente son, el rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta y todas las combinaciones posibles entre ellos. (Fig5)

Aparte de la luz visible, el espectro electromagnético también se compone de otras muchas radiaciones, como los rayos x, los rayos gama (γ), la radiación ultravioleta, las radiaciones infrarrojas. (Fig6)



(Fig5)



(Fig6)

1.5.-LUZ ULTRAVIOLETA E INFRARROJO.

El ojo humano está diseñado de tal forma que no es capaz de percibir las ondas situadas a los extremos de la luz visible, es decir la luz ultravioleta (onda corta) La luz ultravioleta es la región del espectro que sigue al violeta, en el sentido de las longitudes de onda decrecientes. La región del ultravioleta comienza alrededor de los 3.500 Amstrong (A) y se extiende hasta los 136 A, que es justamente donde comienzan los rayos X, y la luz infrarroja (onda larga).la luz infrarroja se caracteriza por ser una fuente de luz calorífica y se encuentra en la región del espectro que sigue del rojo en el sentido de las ondas crecientes.

1.6.-EL OJO HUMANO.

La luz llega al ojo por la córnea y la pupila, regulando su intensidad la abertura variable del iris, se sirve de una lente, el cristalino, para formar una imagen nítida, y de una superficie para registrarla, la retina, tapizada de células sensibles a la luz. Los bastoncitos son receptores en la retina que son sensibles a bajos niveles de iluminación, no responden al color y se encuentran fuera de la región foveal son altamente sensitivos al movimiento, y los conos son los receptores que hacen posible la discriminación de los detalles finos y la percepción del color.

La luz llega a la cámara a través de la abertura del objetivo, que puede graduarse mediante un diafragma también emplea una lente y una película sensible.

Tanto la lente del ojo como la del objetivo pueden enfocarse a diferentes distancias, y las dos forman una pequeña imagen invertida. Fig. (7)

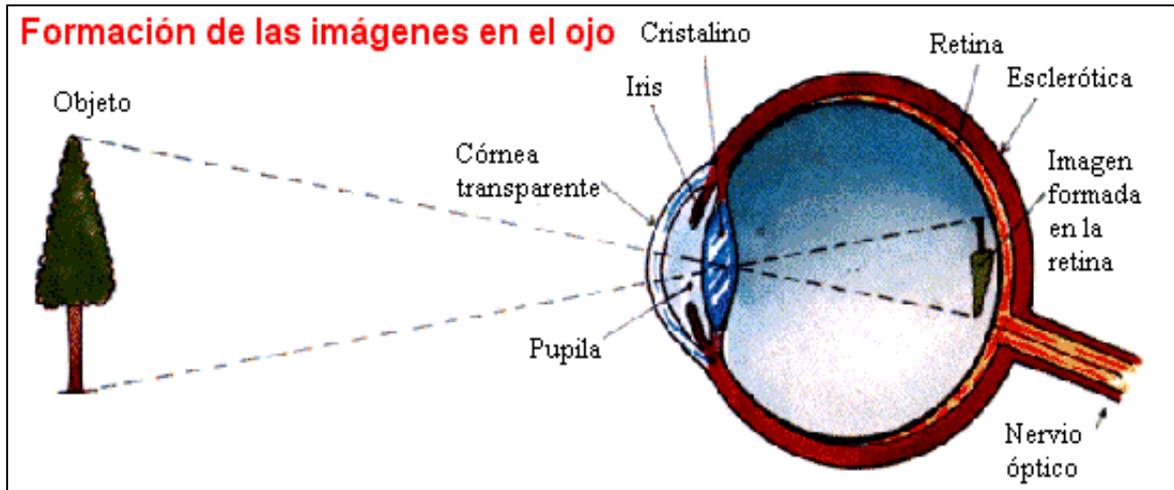


Fig. (7)

1.7.-LUZ Y VISIÓN.

Sin luz no hay visión.

Luz: es la causa

Iluminación: es el efecto que la luz produce sobre el área u objetos.

CAPITULO 2

“TERMINOLOGIA DE LA ILUMINACIÓN”

En la iluminación se maneja terminología que nos ayuda a saber la información requerida para la elección de la luminaria dentro de algún proyecto de iluminación que se realice. Las unidades básicas de la iluminación son el Lumen el Lux y la Candela. Es necesario conocer estos términos ya que dependiendo la aplicación es el numero de Luxes que se requieren para alguna aplicación en específico. Fig. (8)



Fig. (8)

2.1.-TERMINOS Y UNIDADES DE ILUMINACION.

2.1.1.-ANGULO SÓLIDO.

Un ángulo sólido es el espacio que se encuentra dentro de una superficie cónica o piramidal, que se obtiene al cortar con un cono o una pirámide una superficie esférica con un radio cualquiera 'r' y centro en el vértice 'O' del cono o la pirámide. Los ángulos sólidos (ω) se miden en steradianes (sr). Fig. (9)

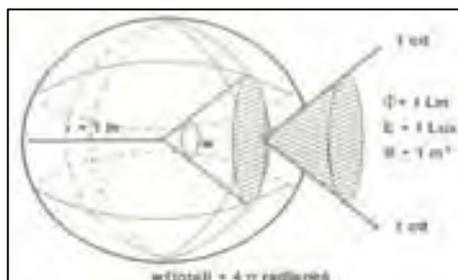


Fig. (9)

2.1.2.-FLUJO LUMINOSO.

Es la cantidad de energía radiante que afecta a la sensibilidad del ojo humano emitida por unidad de tiempo. Fig. (10)



Fig. (10)

2.1.3.-INTENSIDAD LUMINOSA.

Se conoce como **intensidad luminosa** al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd). Fig. (11)



Fig. (11)

2.1.4.-ILUMINACION.

Se entiende por iluminación la cantidad de flujo luminoso por unidad de superficie. En la siguiente tabla podemos observar las magnitudes utilizadas en la iluminación, su unidad y la simbología de la misma. Estos conceptos tienen que quedar claros ya que son parte fundamental de la Iluminación. Fig. (12)

Magnitud	Unidad	Símbolo
Flujo luminoso	Lumen (lm)	Φ
Intensidad luminosa	Candela (cd)	I
Nivel de iluminación (iluminancia)	Lux (lx)	E
Luminancia	Candela/m ² (cd/m ²)	L

Fig. (12)

2.1.5.-LUMINANCIA.

Es la magnitud luminotécnica que determina la impresión de mayor o menor claridad producida por una superficie. La luminancia es un concepto propio del brillo de un objeto, de producción de luz propia, bien reflejada (fuente que emite luz, fuente de luz sólo reflejada o fuente de luz de ambas emisiones). Es el flujo luminoso por unidad de área. Fig. (13)

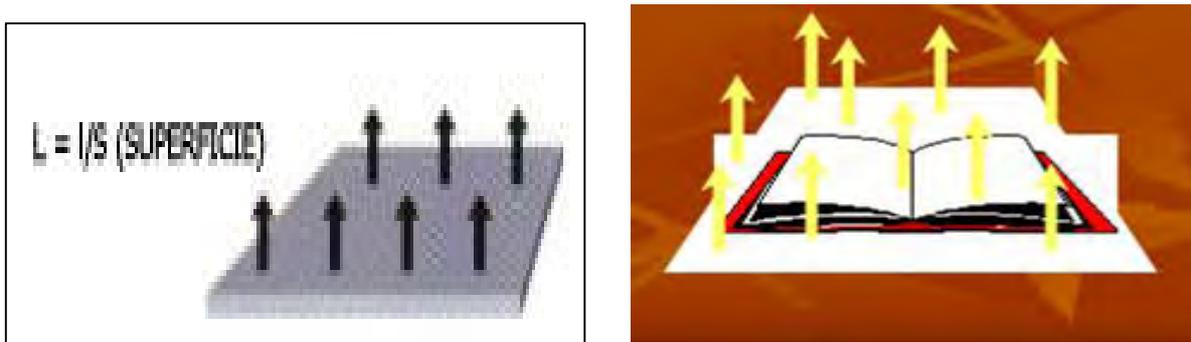


Fig. (13)

2.1.6.-BRILLANTES.

La brillantez de un objeto depende de la intensidad de luz incidiendo sobre el y la proporción de luz reflejada hacia el ojo. Entre mas brillantes en un objeto este nos ayuda a visualizarlo mejor, pero nunca se debe rebasar el límite permitido ya que podría provocar deslumbramientos que son muy peligrosos tanto para el ojo humano o provocar algunos accidentes.

2.1.7.-REFLECTANCIA.

La mayor parte de la luz que percibimos es la que reflejan los objetos que tenemos a nuestro alrededor, por eso es conveniente conocer sus propiedades reflectantes; éstas vienen determinadas por su factor de reflexión(r).

Este factor establece la relación entre el flujo luminoso que incide en una superficie y el que es reflejado por ésta.

Es necesario conocer las propiedades de los materiales en diferentes tipos de luminarias los cuales en algunos casos son de aluminio especular, donde su porcentaje de de transmitancia es nulo y su porcentaje de reflectancia en la longitud de onda seleccionada en los 500 nanometros es de 82, esto nos da mas visión en el plano de trabajo se aprovecha mas al luminaria.

En la Fig. (14) podemos ver el desempeño de todos los materiales posibles para utilizarlos.

PROPIEDADES DE MATERIALES USADOS EN LUMINARIOS
(T= Porcentaje de Transmitancia, R= Porcentaje de Reflectancia en la longitud de onda seleccionada)

Material	Long. de Onda Visibles						Long. de Onda cercanas al Infrarojo						Long. de Onda lejanas al Infrarojo							
	400 nm		500 nm		600 nm		1000 nm		2000 nm		4000 nm		7000 nm		10,000 nm		12,000 nm		15,000 nm	
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Aluminio Especular	87	0	82	0	86	0	97	0	94	0	88	0	84	0	27	0	16	0	14	0
Aluminio Difuso	79	0	75	0	84	0	86	0	95	0	88	0	61	0	66	0	49	0	44	0
Esmalte Sintético Blanco	48	0	85	0	84	0	90	0	45	0	8	0	4	0	4	0	2	0	9	0
Esmalte Porcelanizado Blanco	56	0	84	0	83	0	76	0	38	0	4	0	2	0	22	0	8	0	9	0
Vidrio Claro de 3.2 mm (0,125")	8	91	8	92	7	92	5	92	23	90	2	0	0	0	24	0	6	0	5	0
Vidrio Opalino de 3.9 mm (0,155")	28	36	26	39	24	42	12	59	16	71	2	0	0	0	24	0	6	0	5	0
Acrílico Claro de 3.1 mm (0,120")	7	92	7	92	7	92	4	90	8	53	3	0	2	0	2	0	3	0	3	0
Poliestireno Claro de 3.1 mm (0,120")	9	87	9	89	8	90	6	90	11	61	4	0	4	0	4	0	4	0	5	0
Acrílico Blanco de 3.2 mm (0,125")	18	15	34	32	30	34	13	59	6	40	2	0	3	0	3	0	3	0	3	0
Poliestireno Blanco de 3.1 mm (0,120")	26	18	32	29	30	30	22	48	9	35	3	0	3	0	3	0	3	0	4	0
Vinyl Blanco de 0.76 mm (0,30")	8	72	8	78	8	76	6	85	17	75	3	0	2	0	3	0	3	0	3	0

Fig. (14)

2.1.8.-TRANSMITANCIA.

La propiedad de transmisión de luz de un material viene determinada por su factor de transmisión, es decir, por la relación existente entre el flujo que incide sobre un determinado material y el flujo que transmite. Ejemplos de algunos lugares donde se puede apreciar la transmitancia. Fig. (15)



Fig. (15)

2.1.9.-EFICIENCIA.

Eficiencia del luminario es igual a la relación del flujo luminoso que entrega el luminario entre el flujo luminoso que genera la lámpara que se encuentra dentro de el.

En los ejemplos en la figura 16 observamos que para una librería es necesario cubrir un cierto nivel de iluminación ya que no tiene que haber fatiga visual que implica esto que al observar los libros el luminario nos ayude a visualizarlos nítidamente por lo tanto su eficiencia tiene que ser alta al igual que el estadio que nos ilustra esta figura, tiene que cubrir con lo requerido para que se distinga el numero del jugador y del campo total.

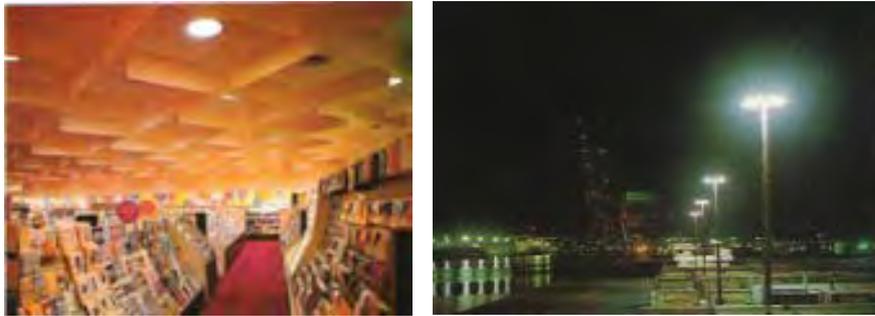


Fig. (16)

2.1.10.-TEMPERATURA DE COLOR.

Se define a la temperatura de color de un fuente de luz como la temperatura a la cual el cuerpo negro emitiría luz de composición espectral similar; se expresa como temperatura absoluta, es decir en grados kelvin. Podemos ver este efecto en supermercado donde tienen almacenados productos de comida caliente como pollos, tacos o guisados las luminarias tienen que proporcionar una temperatura que mantenga calientes los productos para evitar que se echen a perder.

2.2.-LEYES DE ILUMINACION.

2.2.1.-EL INVERSO DE LOS CUADRADOS.

La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia existente entre la fuente de luz y la superficie iluminada.

Esta ley es válida únicamente tratándose de fuentes puntuales, superficies perpendiculares a la dirección del flujo y cuando la distancia es grande en relación al tamaño de la fuente. Fig. (17)

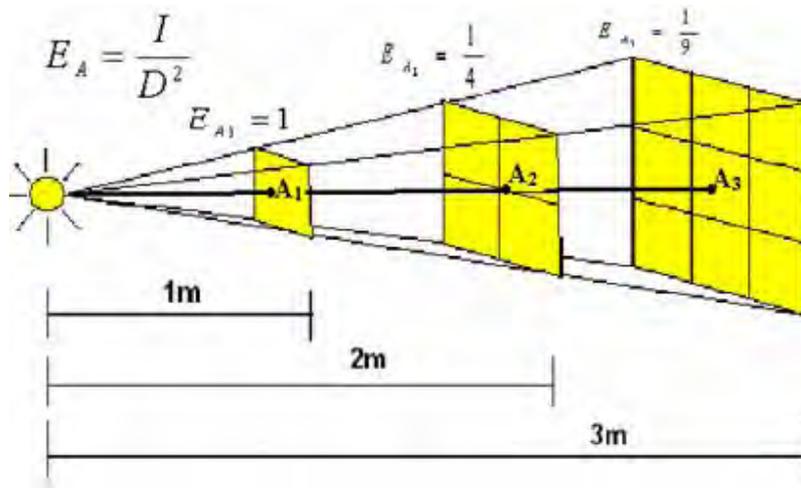


Fig. (17)

2.3.-CONCEPTO DE LUMEN.

LUMEN: (Lm): Cantidad de flujo luminoso contenido en un ángulo sólido esterradian respectivo de una fuente que emite 1 candela uniformemente. Fig. (18)

CANDELA (cd): Se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite una radiación monocromática (540x10¹²hz-555 nanometros) y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de 1/683 watts /sterradian. Fig. (19)

LUX (Lx): Es el nivel de iluminación en un punto a sobre en un plano a un metro de distancia respecto a una fuente que emite una candela incidiendo, esta perpendicular al punto en el plano.

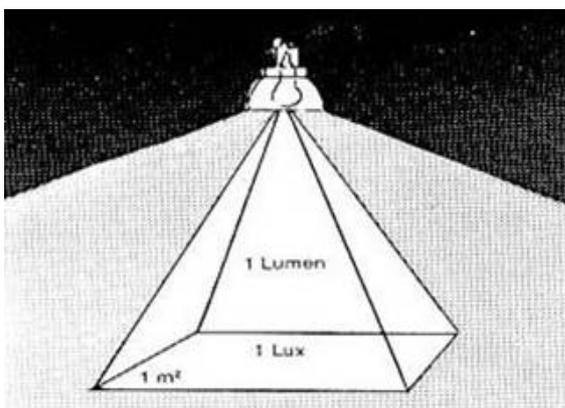


Fig. (18)

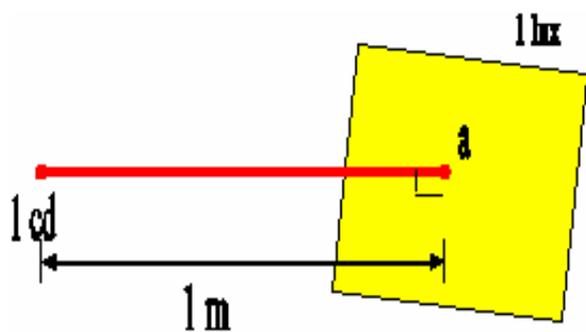
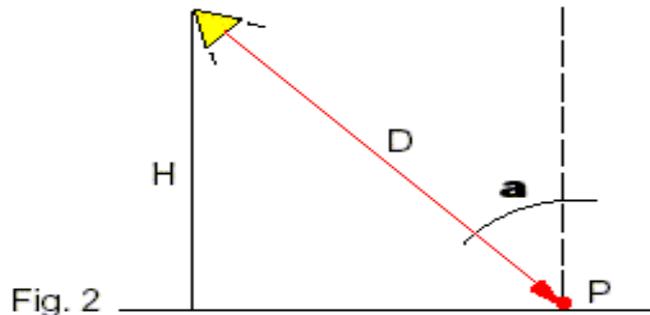
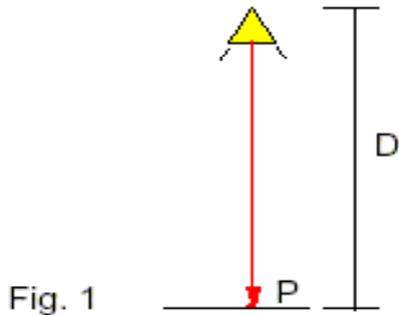


Fig. (19)

2.4.-LEY DEL COSENO.

"La iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia". (Este ángulo es formado por la dirección del rayo incidente y la normal a la superficie en el punto de incidencia P).
Fig. (20)



$$E = \frac{I}{D^2} \times \cos a$$

Fig. (20)

2.5.-ABSORCION.

Existen superficies y objetos que absorben la mayor parte de las radiaciones luminosas que les llegan. Estos objetos se ven de color negro. Otros tipos de superficies y objetos, absorben sólo una determinada gama de longitudes de onda, reflejando el resto. Fig. (21)

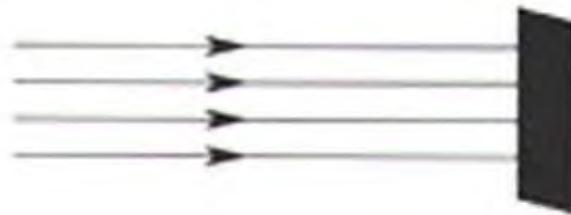


Fig. (21)

2.6.-POLARIZACION.

En las ondas transversales es posible que todas las partículas alcanzadas por la onda vibren en la misma dirección, entonces se dice que la onda está polarizada y se llama plano de polarización al plano formado por la dirección de la vibración y la dirección de propagación. En el caso de que las partículas alcanzadas por la onda tengan varias direcciones de vibración, es

posible que al pasar por un filtro determinado solo se propaguen las vibraciones de determinada dirección, es decir la onda se polariza. Fig. (22)

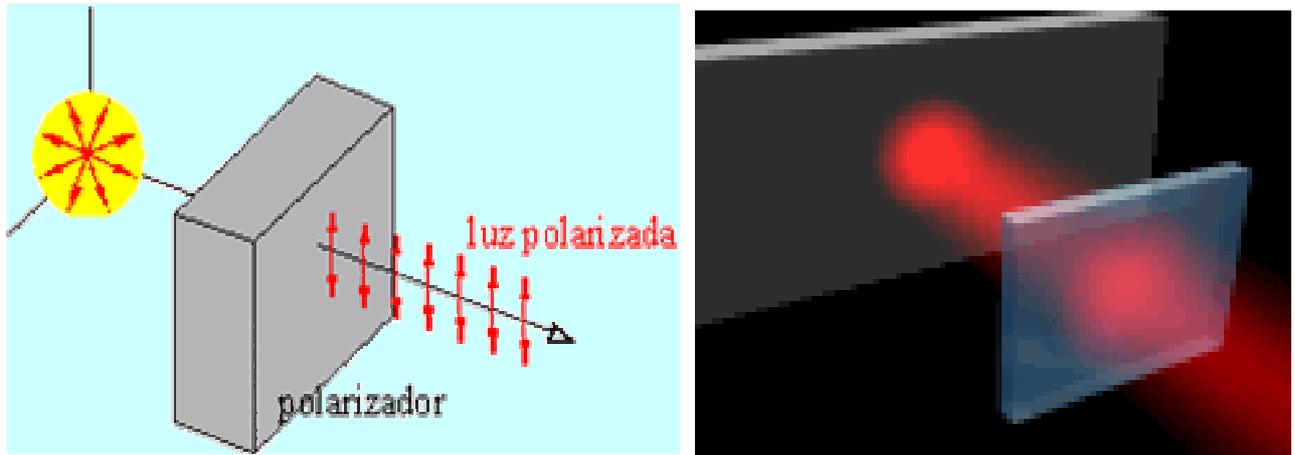


Fig. (22)

2.9.-MEDICION.

LUXOMETRO.

El luxómetro sirve para la medición precisa de los acontecimientos luminosos en el sector de la industria, el comercio, la agricultura y la investigación. Además se puede utilizar el luxómetro para comprobar la iluminación del ordenador, del puesto de trabajo, en la decoración de escaparates y para el mundo del diseño. Cumple con las normas internacionales para este tipo de luxómetros. Fig. (23)



Fig. (23)

CAPITULO 3 “FUENTES DE LUZ”

Una de nuestras fuentes de luz natural mas importante en nuestro planeta es el sol ya que nos proporciona un nivel de iluminación importante para nuestras actividades cotidianas y sin el astro rey este mundo estaría lleno de oscuridad. El fuego vino a evolucionar en nuestros antepasados ya que era utilizado para proporcionar calor e iluminar los lugares, después con el tiempo fueron evolucionando los luminarias hasta obtener los de hoy en día utilizamos en casas, empresas, escuelas, etc. Es necesario conocer los luminarios ya que cada uno de ellos es para una aplicación en especial, en este capitulo tocaremos los mas comunes. Fig. (24)

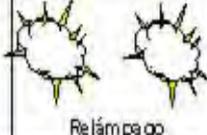
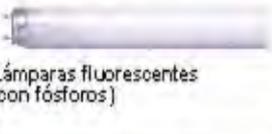
	Radiación calorífica	Radiación eléctrica	Luminiscencia
Fuentes de luz naturales	Sol 	Relámpago 	Luciérnaga 
Fuentes de luz artificiales	Lámparas Incandescentes 	Lámparas Tungsteno Halógeno 	Lámparas Mercurio V. Metálicos Sodio 
	Lámparas de luz mixta 	Lámparas fluorescentes (con fósforos) 	Led's 

Fig. (24)

3.1.-PRODUCCIÓN DE LA LUZ.

Una lámpara es un convertidor de energía. Su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. Fig. (25)



Fig. (25)

El siguiente diagrama nos muestra la clasificación de los tipos de los luminarios, de los cuales podemos ver que existen tres clasificaciones las de incandescencia que eran las más utilizadas, y ahora ya la gente opta por los focos ahorradores de energía que son de la clasificación de las lámparas de descarga y la tercera clasificación es la de inducción magnética. Fig. (26)



Fig. (26)

3.1.1.-INCANDESCENCIA.

Los materiales sólidos y líquidos, al calentarse, emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1.000° Kelvin (K); este fenómeno recibe el nombre de incandescencia. Las lámparas incandescentes utilizan un filamento de tungsteno dentro de un bulbo de vidrio al vacío o lleno de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del bulbo. Existen lámparas de muy diversas formas, que pueden resultar muy decorativas. Fig. (27)



Fig. (27)

3.1.2.-DESCARGA GASEOSA.

Una corriente eléctrica que pasa a través de un gas excita los átomos y moléculas hará emitir radiación con un espectro característico de los elementos presentes. Las de descarga en gases son usualmente mas eficientes que las incandescentes para producir radiación luminosa ya que la radiación se logra con filamentos sólidos a altas temperaturas y con subsecuentes perdidas de energía en el infrarrojo mientras que en las primeras se logra una emisión mas selectiva, y algunos integrantes de esta familia son; Haluros metálicos, vapor de sodio alta y baja presión. Fotos de una lámpara de descarga gaseosa. Fig. (28)



Fig. (28)

3.1.3.-FLUORESCENCIA.

La luminiscencia es toda luz cuyo origen no radica exclusivamente en las altas temperaturas, por el contrario, es una forma de "luz fría" en la que la emisión de radiación lumínica es provocada en condiciones de temperatura ambiente o baja.

3.2.-CARACTERÍSTICAS DE LAS FUENTES:

Una lámpara es un convertidor de energía. Aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. Fig. (29)



Fig. (29)

3.2.1.-PRODUCCIÓN.

La electroluminiscencia se produce cuando la luz es generada por una corriente eléctrica que pasa a través de ciertos sólidos, como los materiales fosfóricos. Se utiliza en cuadros de instrumentos y lámparas reales y con los colores o materiales aplicables a la situación. Fig. (30)



Fig. (30)

3.2.2.-DEPRECIACION.

Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitida por la lámpara debido al uso normal de la operación.

3.2.3.-MORTALIDAD.

Vida útil de la lámpara: la mayoría de las lámparas tienen que ser reemplazadas varias veces durante la vida útil de la instalación, de alumbrado y los diseñadores deben reducir al mínimo los inconvenientes para los ocupantes como consecuencia de las averías esporádicas y del mantenimiento.

El promedio de la vida de la lámpara es definido como aquel tiempo en cual el 50% de un grupo grande de lámparas están todavía en operación. Fig. (31)



Fig. (31)

3.3.-LAMPARAS INCANDESCENTES.

3.3.1.-LÁMPARAS DE FILAMENTO.

Una lámpara de filamento es una fuente que emite luz a partir de un delgado hilo metálico (filamento) que se pone incandescente al paso de la corriente eléctrica

Lámparas incandescentes.

Utilizan un filamento de tungsteno dentro de un globo de vidrio al vacío o lleno de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del globo. Existen lámparas de muy diversas formas, que pueden resultar muy decorativas.

3.3.2.-SUS ELEMENTOS: Algunos no contienen su fusible interno ya que es un modelo especial pero la mayoría son los focos convencionales que son baratos pero se calientan mucho. Fig. (32)



Fig. (32)

3.3.3.-CLASIFICACIÓN.

Las lámparas de incandescencia se clasifican en convencionales y lámparas halógenas.

Las incandescentes requieren de una gran cantidad de energía eléctrica para poder llevar a cabo su operación y se calientan demasiado, las halógenas nos dan más horas de vida útil que las incandescentes. Fig. (33)



Fig. (33)

3.3.4.-CONVENCIONAL.

Lámpara que produce luz mediante un elemento metálico (filamento) calentado hasta generarla por el paso de una corriente eléctrica. Una característica de esta lámpara es la de producir un color dorado calido, que se volvió costumbre en todos los hogares ya que aparte de ser muy económicos brindaba las funciones necesarias para nuestras necesidades. Fig. (34)



Fig. (34)

3.3.4.1.-VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

En la siguiente tabla mostramos algunas ventajas y desventajas que arrojaron el análisis de esta lámpara.

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso Recomendado
Lámparas incandescentes	<ul style="list-style-type: none"> -Buena definición de color. -Buen control de luz. -Encendido instantáneo. -No requiere balastro. -Variedad de potencias -Bajo costo de adquisición. -Facilidad de instalación. -Apariencia de color calido. 	<ul style="list-style-type: none"> -Baja eficacia luminosa (lúmenes por Watt). -Corta vida de la lámpara (1000 horas). -Alto costo de operación. -Elevada emisión de calor. -Muy vulnerable a las variaciones de tensión. 	<ul style="list-style-type: none"> -Alumbrado interior. -Casos especiales. -En bajo voltaje, con equipos eléctricos.

3.3.4.2 CURVA DE MORTALIDAD.

Esta grafica nos muestra la curva de mortalidad de una lámpara, en el rango de las X tenemos las horas que el luminaire nos va proporcionar conforme se va utilizando la lámpara. Al tener un tiempo corto con la lámpara esta nos proporciona una eficiencia del 100% pero con el tiempo va perdiendo este porcentaje ya que todas las lámparas tienen su ciclo de vida. Fig. (35)

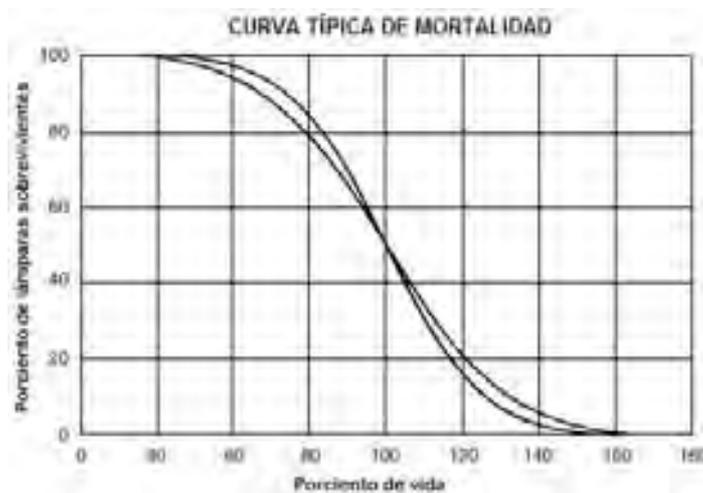


Fig. (35)

3.3.5.-HALOGENAS.

Lámparas halógenas de tungsteno.

Son parecidas a las lámparas incandescentes y producen luz de la misma manera, a partir de un filamento de tungsteno. Ahora bien, el globo contiene gas halógeno (bromo o yodo) que actúa controlando la evaporación del tungsteno. La mayoría de las lámparas halógenas de tungsteno duran más tiempo que sus equivalentes incandescentes y el filamento alcanza una temperatura más alta, creando más luz y un color más blanco.

3.3.5.1.-CICLO HALOGENO.

En las lámparas incandescentes normales, con el paso del tiempo, se produce una disminución significativa del flujo luminoso. Esto se debe, en parte, al ennegrecimiento de la ampolla por culpa de la evaporación de partículas de wolframio del filamento y su posterior condensación sobre la ampolla.

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), normalmente se usa el CH_2Br_2 , al gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de $260\text{ }^\circ\text{C}$) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso.

Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en W que se deposita sobre el filamento y Br que pasa al gas de relleno. Y así, el ciclo vuelve a empezar. Fig. (36)

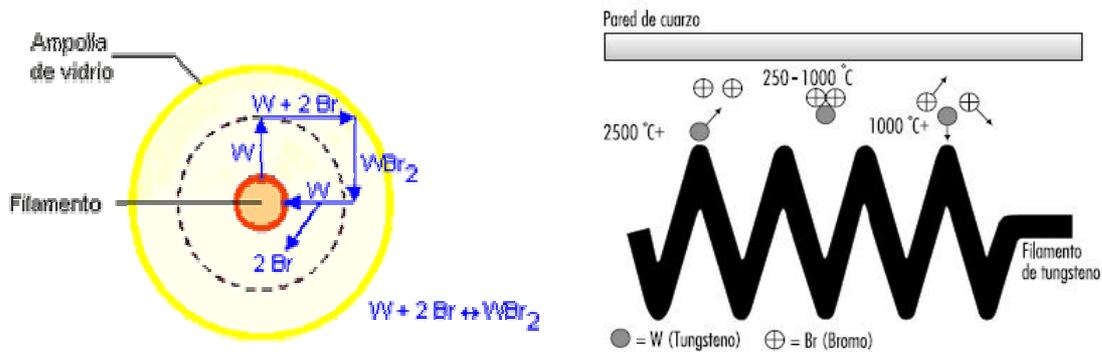


Fig. (36)

Lámparas halógenas de tungsteno de baja tensión.

Fueron diseñadas originalmente para proyectores de diapositivas y películas. A 12 V, un filamento diseñado para los mismos volts que en el caso de una corriente de 230 V se hace más pequeño y grueso. Puede enfocarse más eficazmente, y la mayor masa del filamento permite una temperatura de trabajo más alta, aumentando el rendimiento lumínico. El filamento grueso es más robusto.

Son características que se han considerado ventajosas en el mercado de los expositores comerciales y, aunque es necesario incorporar un transformador reductor, estas lámparas dominan actualmente la iluminación de escaparates. Fig. (37)



Fig. (37)

3.3.5.2.-Ventajas y desventajas.

Las diferentes ventajas que nos ofrece esta lámpara es de emplea menos potencia en watts y como lo manejamos también cuenta con algunas desventajas ya que cuenta con un alto costo y en algunos casos es recomendable para interiores para algunos centros de exhibición o locales públicos entre otros. Fig. (38)

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso recomendado
Lámparas HALOGENAS	<ul style="list-style-type: none"> -Emiten una luz 30 % más blanca y brillante empleando menos potencia en watt. -Son más eficientes, por lo que consumen menos energía eléctrica por lumen de intensidad de luz aportado. -Los vapores de tungsteno no ennegrecen la envoltura del cristal 	<ul style="list-style-type: none"> -Baja eficiencia luminosa (lúmenes por Watt), -Corta vida de la lámpara (500 a 2000 horas), -Alto costo de operación. -Elevada emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> -Alumbrado interior -Alumbrado de acento -Casos especiales de buena reproducción cromática -En bajo voltaje, con equipos eléctricos -con reflector dicróico (luz fría), con reflector de aluminio menor carga eléctrica.

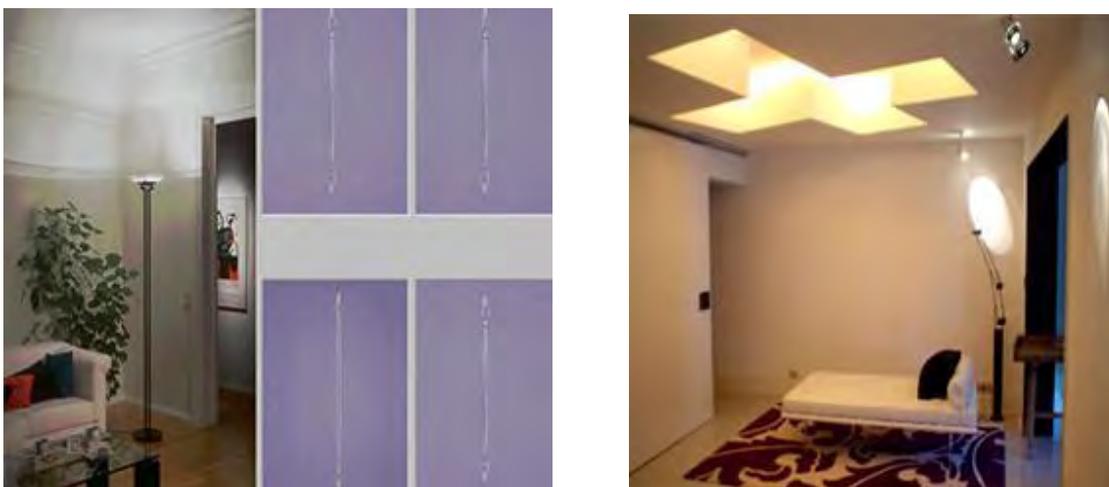


Fig. (38)

3.3.5.3.-BASES INCANDESCENTES Y HALOGENAS.

Diferente diversidad de bases en diferentes presentaciones tanto para incandescentes y halógenas de las cuales las más comunes son las de rosca. Fig. (39)



Common lamp bases (not to scale). ANSI designations are shown, where available.

Fig. (39)

3.4.-LÁMPARAS FLUORESCENTES:

Las lámparas fluorescentes son lámpara de descarga de vapor de mercurio a baja presión en la cual la mayor parte de la luz es emitida por una capa de material fluorescente excitada por la radiación ultravioleta de la descarga. Fig. (40)

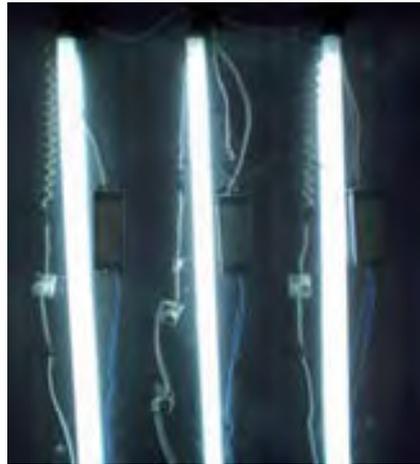


Fig. (40)

3.4.1.-OPERACIÓN.

El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones.

La baja presión del mercurio genera una descarga de luz de color azul pálido. La mayor parte de la radiación está en la región ultravioleta a 254 nm, una frecuencia de radiación característica del mercurio. En el interior de la pared del tubo hay un fino revestimiento fosfórico, que absorbe los rayos ultravioleta e irradia la energía en forma de luz visible. El color de la luz viene determinado por el revestimiento fosfórico. Fig. (41)

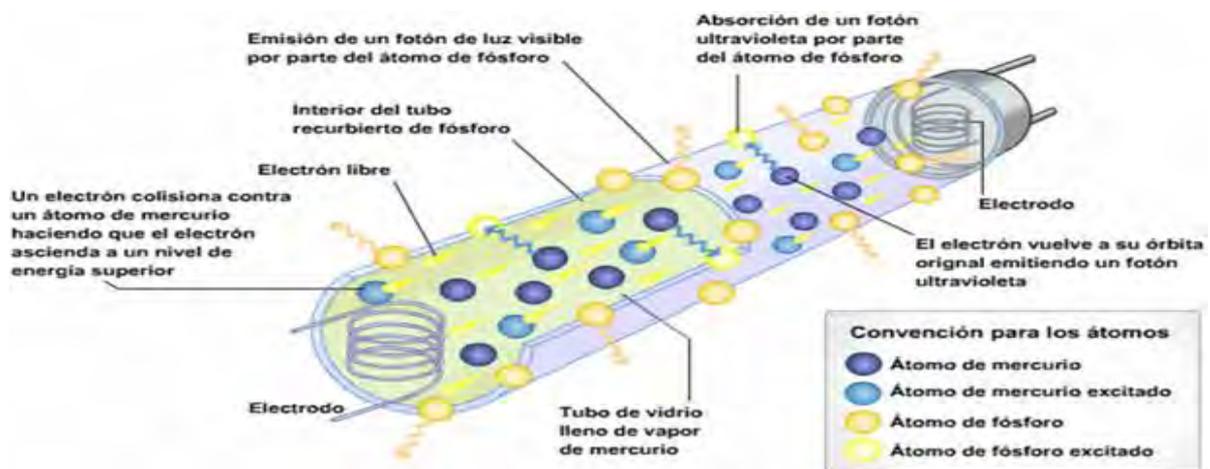


Fig. (41)

3.4.2.-ELEMENTOS.

El diagrama nos muestra los componentes necesarios para trabajar con un tubo fluorescente que trabaja a 220 V, que son muy utilizados en la industria ya que requiere de una adaptación especial ya que la mayoría de los tubos trabajan a 127 V. Fig.(42)

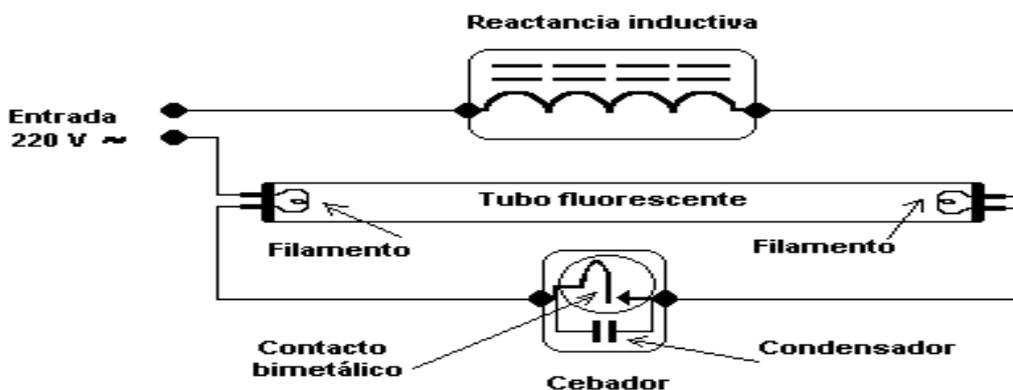


Fig. (42)

3.4.3.-CLASIFICACIÓN.

Encontramos una clasificación sobre las lámparas de descarga donde pertenecen los tubos fluorescentes de baja presión donde podemos utilizar dos opciones las lineales y las compactas donde existen muchas formas de estos tubos ya sea tubulares o circulares o algunos llamados cola de cochinos. Fig. (43)

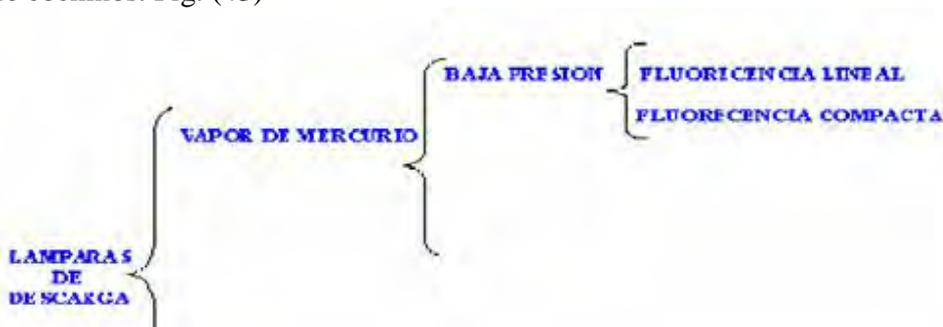


Fig. (43)

Lámparas fluorescentes Lineal (tubulares) y compactas.

Son lámparas de mercurio de baja presión que están disponibles en versiones de “**cátodo caliente**” y “**cátodo frío**”.

La primera versión es el tubo fluorescente convencional para fábricas y oficinas; “cátodo caliente” se refiere al cebado de la lámpara por precalentamiento de los electrodos para que la ionización del gas y del vapor de mercurio sea suficiente para realizar la descarga. Fig. (44)

Las lámparas de “cátodo frío” se utilizan principalmente en letreros y anuncios publicitarios.



Fig. (44)

Lineal.

Algunas aplicaciones de las lámparas lineales son muy utilizadas en exhibiciones o en casa habitación. Fig. (45)

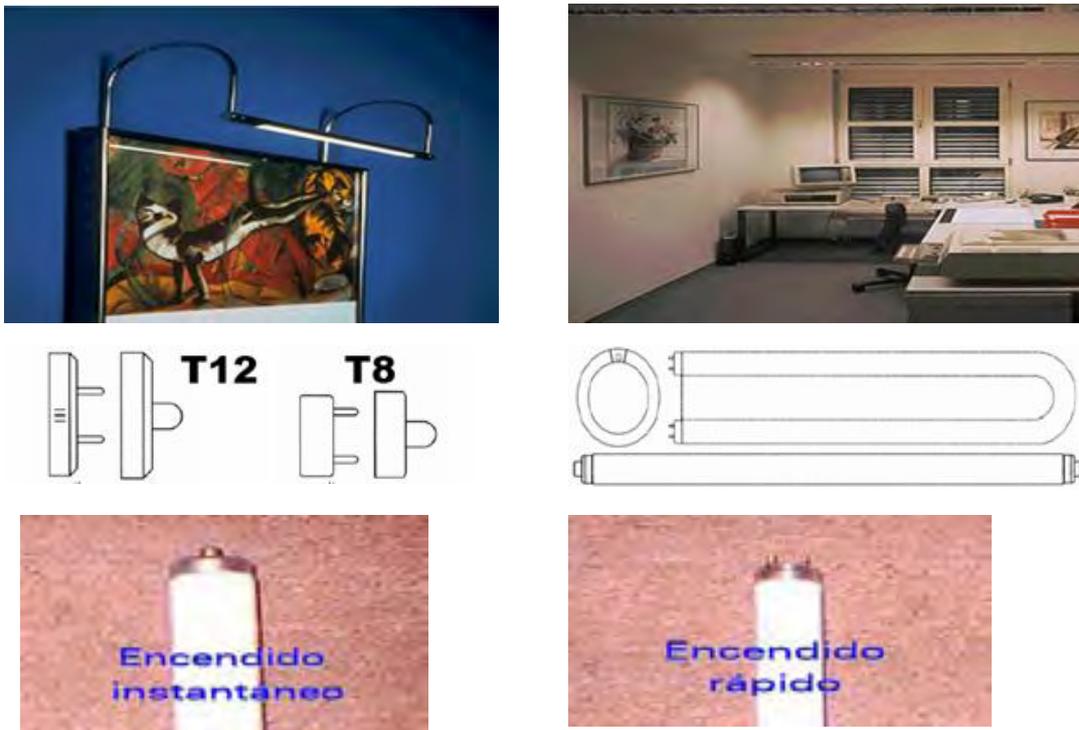


Fig. (45)

Compacta.

Las compactas nos dan un mejor manejo de estas ya que son más pequeñas y son muy eficaces y son muy utilizadas en centros comerciales y son ideales para casa habitación, oficinas, entre otras y algunas están accesibles en costo. Fig. (46)



Fig. (46)

Beneficios de las Fluorescentes. Compactas

Este es un comparativo de las incandescentes y las fluorescentes que nos ayuda a elegir la que cumpla con nuestras necesidades. Fig.(47)

Fluorescentes compactas
vs
Incandescentes



- Mayor vida nominal (10,000 vs 1000 h)
- Mayor eficiencia (50-60 vs 12-15 lm/W)
- Menor consumo (60-75 %)
- Menor aportación de calor

Fig. (47)

3.4.4.-SU SISTEMA AUXILIAR.

Las lámparas fluorescentes necesitan equipo de control externo para efectuar el cebado y para regular la corriente de la lámpara. Además de la pequeña cantidad de vapor de mercurio, hay un gas de cebado (argón o criptón). Fig. (48)



Fig. (48)

EL BALASTRO.

Dispositivo que realiza dos funciones esenciales para la operación de las lámparas:

- Tensión adecuada para iniciar la descarga
- Impedancia para limitar la corriente de lámpara al nivel adecuado y mantener la descarga.

En algunos casos también proporciona energía controlada para calentamiento de filamentos.
Fig. (49)



Fig. (49)

3.4.5.-Tipos de Balastro para lámparas fluorescentes:

Los balastos son parte importante ya que sin ellos no podría llevarse a cabo el proceso para obtener la luz del luminario y los balastos electrónicos son muy efectivos. Fig. (50)

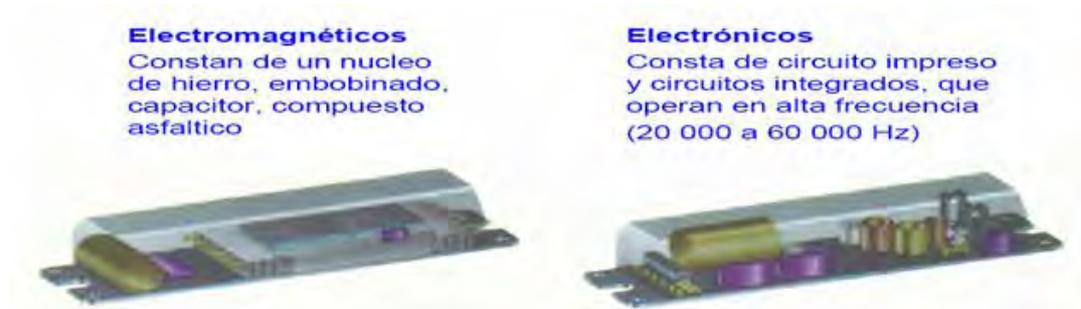


Fig. (50)

Balastos para lámparas fluorescentes:

Tipos de Encendido

- **Arranque rápido:** El balastro aplica simultáneamente una tensión alta en circuito abierto a la lámpara mientras calienta los cátodos.
- **Arranque instantáneo:** El balastro aplica una tensión alta a la lámpara para encenderla sin calentar los cátodos.
- **Arranque con precalentamiento:** El balastro aplica una tensión alta a los cátodos para precalentarlos antes de encender la lámpara.
- **Arranque programado:** El balastro controla la tensión en la lámpara mientras calienta los cátodos y les da tiempo de alcanzar su temperatura óptima de operación.

3.4.6.-Ventajas y Desventajas.

Tienen bajo costo y son de luz fría por lo tanto no generan calor son algunas ventajas.

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso recomendado
Lámparas fluorescentes	<ul style="list-style-type: none"> -Lámpara de moderada larga vida (6000 a 24000 horas) alta eficacia luminica (lúmenes por Watt). -bajo costo de operación, baja brillantez. -no se calientan 	<ul style="list-style-type: none"> -Bajo control de luz -unidades grandes -la eficacia puede variar con la temperatura -poca concentración de potencia luminosa (no es recomendable para altos montajes). 	<ul style="list-style-type: none"> -SUSTITUCION DE LAMPARAS INCANDESCENTES Y DE VAPOR DE MERCURIO -ALUMBRADO INTERIOR -CON EQUIPO ELECTRONICO

3.5.-LAMPARAS DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD (HID)

3.5.1.-OPERACIÓN PARTES Y SU CLASIFICACION.

Lámparas que producen luz gracias a una descarga eléctrica a través de una mezcla de diversos gases, realizado dentro de un tubo de atmósfera controlada.

La luz se obtiene por la emisión producida por el choque de los electrones libres contra los átomos del vapor contenido en el tubo de descarga.

Descarga eléctrica

La descarga eléctrica es una técnica utilizada en las modernas fuentes de luz para el comercio y la industria, debido a que la producción de luz es más eficaz. Algunos tipos de lámparas combinan la descarga eléctrica con la fotoluminiscencia. Una corriente eléctrica que pasa a través de un gas excita los átomos y moléculas para emitir radiación con un espectro característico de los elementos presentes.

CLASIFICACION.

En las lámparas de descarga nos encontramos las lámparas de de Mercurio, las lámparas de Vapor de Sodio y las de Luz Mixta de las cuales se originan otra subdivisión de cada una, las cuales analizaremos para enriquecer el conocimiento de la diversidad de las lámparas. Fig. (51)



Fig. (51)

Partes de una lámpara de descarga.

Sus componentes son la ampolla, su tubo de descarga con sus electrodos y lo visualizamos mejor con la siguiente imagen. Fig. (52)

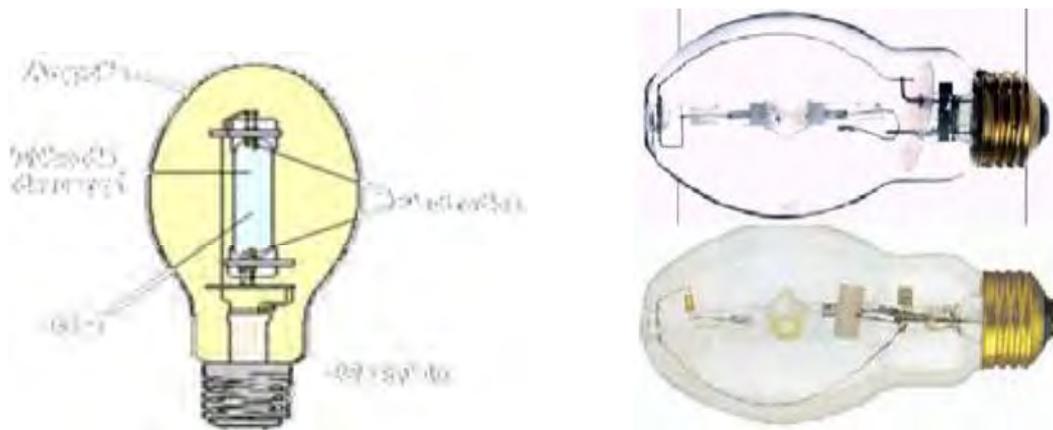


Fig. (52)

CLASIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS.

Las lámparas de descarga suelen dividirse en las categorías de baja o alta presión, aunque estos términos sólo son relativos, y una lámpara de sodio de alta presión funciona a menos de una atmósfera. Fig. (53)



Fig. (53)

3.5.2.- ADITIVOS METÁLICOS.

La lámpara de aditivos metálicos corresponde a la familia de las lámparas de alta intensidad de descarga (H.I.D.) y es la fuente de luz blanca más eficiente disponible hoy en día. Tiene alta eficacia, vida razonablemente económica, excepcional rendimiento de color y buen mantenimiento de lúmenes. Fig. (54)

Son Ideales para:

- Áreas Generales
- Estacionamientos
- Iluminación Industrial
- Exteriores
- Centro Comerciales Fig. (54)



La lámpara de aditivos metálicos es de tamaño compacto y tiene las mismas dimensiones exteriores correspondientes a una lámpara de vapor de mercurio de la misma potencia. Internamente, difieren considerablemente de estas últimas. En la actualidad estas lámparas se encuentran disponibles en potencias de 175 a 1500 watts, en paquetes desde 14,000 a 155,000 lúmenes. La lámpara de aditivos metálicos tiene un tubo de descarga de cuarzo. El tubo de arco contiene gas argón y mercurio, mas yoduros de torio, sodio y escandio. Fig. (55)

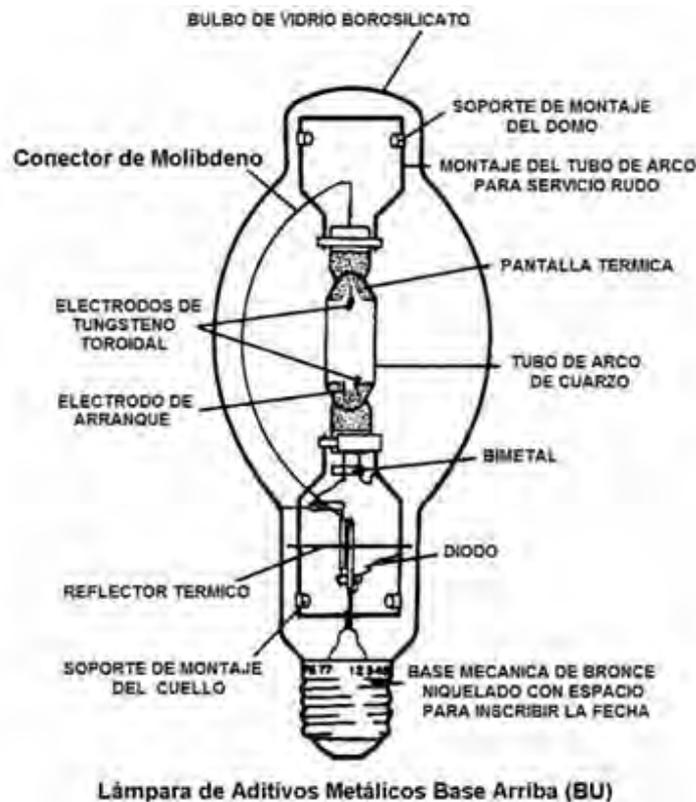


Fig. (55)

Las ventajas de aditivos metálicos es de que nos brindan una luz blanca y nos permite distinguir color, son muy requeridas en lugares de centros deportivos o inclusive en eventos de espectáculos ya que son muy eficientes y para aplicaciones dentro del diseño suelen ser una opción muy interesante.

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso recomendado
Lámparas Aditivos Metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor eficacia luminosa. - Mayor flujo luminoso - Mejor mantenimiento de lúmenes. - Excelente estabilidad de color durante toda la vida de la lámpara - Mejor IRC. - Mejor reproducción del rojo. - Menos fallas por corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> - Una desventaja de la lámpara de aditivos metálicos es una vida más corta (7,500 a 20,000 horas) - El tiempo de arranque de la lámpara de aditivos metálicos es aproximadamente la misma que para lámparas de mercurio. - el reinicio, después que una reducción del voltaje ha extinguido la lámpara, puede tomar bastante más tiempo, de cuatro hasta doce minutos 	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas Generales • Estacionamientos • Iluminación Industrial • Exteriores • Centro Comerciales

3.6.-LÁMPARAS DE MERCURIO.

Las lámparas de mercurio de descargas de alta presión son más compactas y tienen mayores cargas eléctricas; por consiguiente, requieren tubos de descarga de arco hechos de cuarzo para soportar la presión y la temperatura. El tubo de descarga de arco va dentro de una envoltura exterior de vidrio con una atmósfera de nitrógeno o argónnitrógeno para reducir la oxidación y el chisporroteo. La bombilla filtra eficazmente la radiación ultravioleta del tubo de descarga de arco.

Aunque las lámparas de mercurio tienen una larga vida útil, de alrededor de 20.000 horas, su rendimiento lumínico disminuye hasta aproximadamente el 55 % del inicial al final de este período y, por consiguiente, su vida económica puede ser menor. Fig. (56)



LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO



Fig. (56)

Componentes de una lámpara de Mercurio.

La lámpara de mercurio tiene mas componentes que otras lámparas ya que es una lámpara especial y por lo tanto su costo se incrementa pero tiene un efecto especial ya que es una lámpara que mejora el color que otras lámparas. Fig. (57)

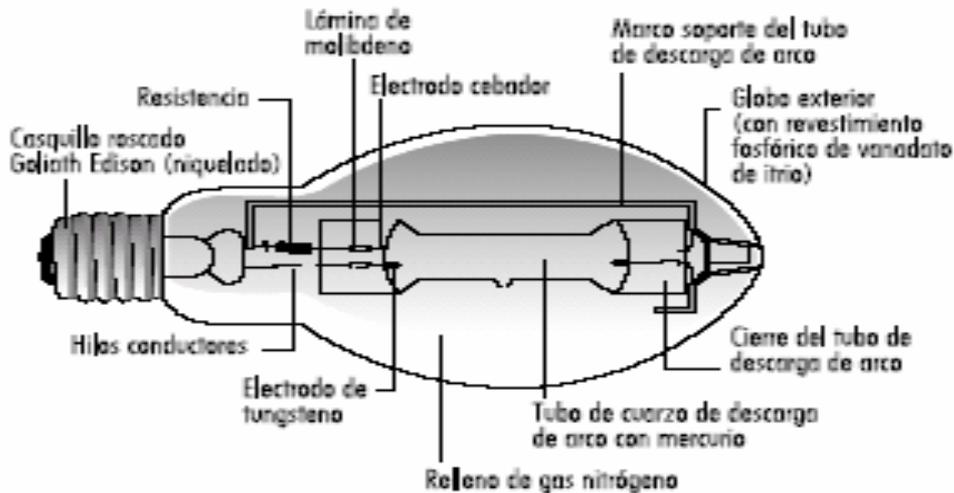


Fig. (57)

Características y Aplicaciones.

Tiene una larga vida en horas eso nos proporciona una mejor estabilidad de rendimiento de esta lámpara pero en algunos caso tarda en encender.

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso recomendado
lámpara de Mercurio	<ul style="list-style-type: none"> - Lámpara de larga vida (20,000 horas) - alta eficacia luminosa (lúmenes por Watt) - bajo costo de operación. - variedad de potencias 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo inicial - control limitado de luz - no enciende inmediatamente (4 minutos de encendido) - requiere balastro - En ocasiones alta radiación UV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado exterior e industrial - En aplicaciones especiales con filtro UV. - lámparas de color mejorado

3.7.-LAMPARAS DE HALUROS METÁLICOS.

Es posible mejorar el color y el rendimiento lumínico de las lámparas de descarga de mercurio añadiendo diferentes metales al arco de mercurio. La dosis es pequeña en cada lámpara y, a efectos de precisión en la aplicación, es más conveniente manejar los metales en polvo, en forma de haluros, que se disgrega cuando la lámpara se calienta y libera el metal. Una lámpara de haluro metálico puede utilizar varios metales diferentes, cada uno de los cuales emite un color característico específico. Fig. (58)



Fig. (58)

Entre ellos cabe citar:

- Disproso — verde-azul de banda ancha
- Indio — azul de banda estrecha
- Litio — rojo de banda estrecha
- Escandio — verde-azul de banda ancha
- Sodio — amarillo de banda estrecha
- Talio — verde de banda estrecha
- Estaño — rojo-naranja de banda ancha

Características y Aplicaciones.

Muchas ventajas pero como toda lámpara contiene desventajas donde son necesarias saber para la elaboración de un proyecto donde se tienen que ver estas opciones.

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso recomendado
lámpara de haluros metálicos	<ul style="list-style-type: none"> -Buena eficacia luminosa -duración media -flujo luminoso unitario importante en potencias medias -variedad de potencias -casos de reducidas dimensiones 	<ul style="list-style-type: none"> -Alta depreciación de flujo. -Sensibilidad a las variaciones de tensión -Requiere de equipos especiales para arranque en caliente -Dificultad de apariencia de color en reposición. -Flujo luminoso no instantáneo -Poco estabilidad del color. 	<ul style="list-style-type: none"> Alumbrado deportivo y monumental - Alumbrado interior (general y de acento)

3.8.-LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO.

VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN.

Son parecidas a las de mercurio de alta presión, pero ofrecen mejor eficiencia (más de 100 lúmenes/vatio) y una excelente constancia del flujo luminoso. La naturaleza reactiva del sodio requiere que el tubo de descarga de arco se fabrique con alúmina policristalina translúcida, ya que el vidrio o el cuarzo son inadecuados.

El globo de vidrio exterior contiene un vacío para evitar el chisporroteo y la oxidación. La descarga de sodio no emite radiación ultravioleta, por lo que los revestimientos fosfóricos no tienen ninguna utilidad. Algunas bombillas son esmeriladas o revestidas para difuminar la fuente de luz. Fig. (59)



Fig.(59)

PARTES.

Los componentes de esta lámpara son característicos como por ejemplo el desgasificador interno, que otras lámparas contienen otros suplementos para poder realizar su función son de diferentes tamaños y figuras ya que los luminarias son muy diversos hay circulares, cuadrados rectangulares entre otros. Fig. (60)

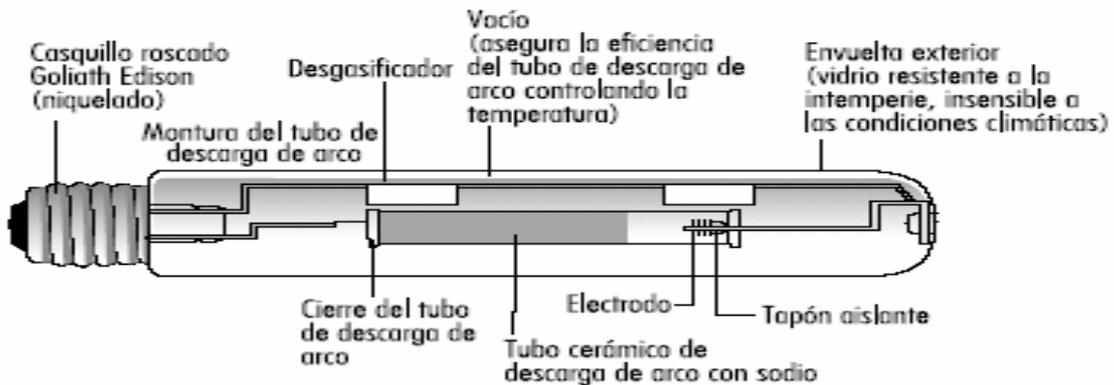


Fig. (60)

Generalmente, se utilizan las lámparas normales para el alumbrado exterior, las lámparas de lujo para los interiores industriales y las blancas son para aplicaciones comerciales y de exposición.

Al aumentar la presión del sodio, la radiación se convierte en una banda ancha alrededor del pico amarillo y su coloración es de un blanco dorado. Ahora bien, al aumentar la presión, disminuye la eficiencia. Actualmente existen tres tipos independientes de lámparas. El rendimiento es importante checar ya que nos muestra los lúmenes/watts para decir la más eficiente. Fig. (61)

Tipo de lámpara (Codigo)	Color (K)	Rendimiento (lúmenes/watio)	Vida útil (horas)
Normal	2.000	110	24.000
De lujo	2.200	80	14.000
Blanca (SON)	2.500	50	

Fig. (61)

Vapor de Sodio Baja Presión.

El sodio de baja presión ofrece la eficacia inicial más alta de todas las lámparas en el mercado hoy en día, desde 100 hasta 180 lúmenes por watt. Sin embargo, la salida de luz de estas lámparas monocromáticas está en la porción amarilla del espectro visible, esto produce un rendimiento de color en extremo pobre y desagradable. El control del flujo luminoso de esta fuente es más difícil que otras fuentes HID por el gran tamaño del tubo de descarga. La vida promedio de las lámparas de sodio de baja presión es de 18,000 horas. A pesar que el mantenimiento de sus lúmenes a lo largo de su vida es bueno, sin embargo hay una desventaja, el incremento paulatino en el consumo de energía durante su vida útil, lo que reduce la eficacia de este tipo de lámpara con el uso. Fig. (62)



Fig. (62)

Características y Aplicaciones.

El comparativo de esas dos lámparas como su nombre indica son de vapor de sodio pero la presión es la que las diferencia y sus respectivas ventajas y desventajas.

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso recomendado
lámpara de vapor de sodio de alta presión	<ul style="list-style-type: none"> -Muy buena eficacia luminosa -Larga duración -Aceptable rendimiento en color en tipos especiales. -poca depreciación de flujo Possibilidad de reducción de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> -Mala reproducción cromática en versión estándar -Estabilización no instantánea -En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobre tensiones. -Equipos especiales para reencendido en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> -Alumbrado exterior. -Alumbrado interior industrial -Alumbrado de túneles. en alumbrado público, naves industriales, estacionamientos, grandes áreas, fachadas, parques, depósitos industriales, aeropuertos, etcétera
lámpara de vapor de sodio de baja presión	<ul style="list-style-type: none"> -Muy buena eficacia luminosa -Larga duración -Aceptable rendimiento en color en tipos especiales -Reencendido instantáneo en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> -Mala reproducción cromática -Flujo luminoso no instantáneo -Sensibilidad a descensos de tensión. 	<ul style="list-style-type: none"> depósitos industriales, aeropuertos, etcétera

3.9.-LAMPARA DE LUZ MIXTA.

Las lámparas de luz mixta son una combinación de lámparas de vapor de mercurio a alta presión y lámparas convencionales (incandescentes), en Este tipo de lámparas no requieren de balastos para su funcionamiento. Este tipo de lámparas producen una luz blanca cálida con buena reproducción de color con eficiencia luminosa de 20 a 30 lm/W. Las lámparas tienen dimensiones similares a las lámparas de vapor de mercurio a alta presión. Hay también una forma elipsoidal de hongo con un reflector para la mejora de la intensidad de la luz. Fig. (63)



Fig. (63)

CAPITULO 4 “FOTOMETRIA”

El propósito de la fotometría es describir con exactitud el comportamiento de un luminario para permitir al diseñador, seleccionar el equipo de iluminación y diseñar una distribución de luminarios que mejor cubra las necesidades del trabajo. Fig. (64). Los datos importantes de la fonometría son la curva de distribución, los lúmenes iniciales, el desempeño de la lámpara para ciertos ángulos en coordenadas polares, en pocas palabras es la información técnica de dicha lámpara. Fig. (64)

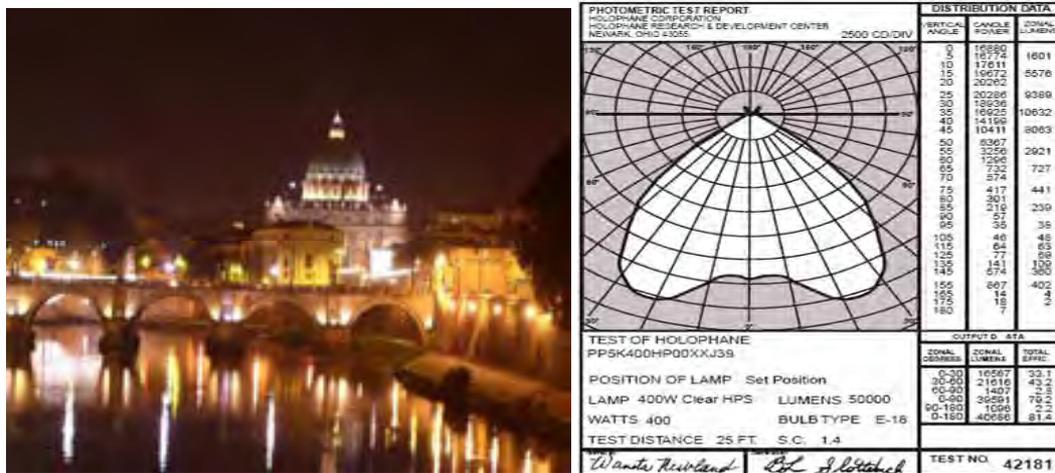


Fig. (64)

4.1.-LUMINARIA.

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión de la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras. Fig. (65)

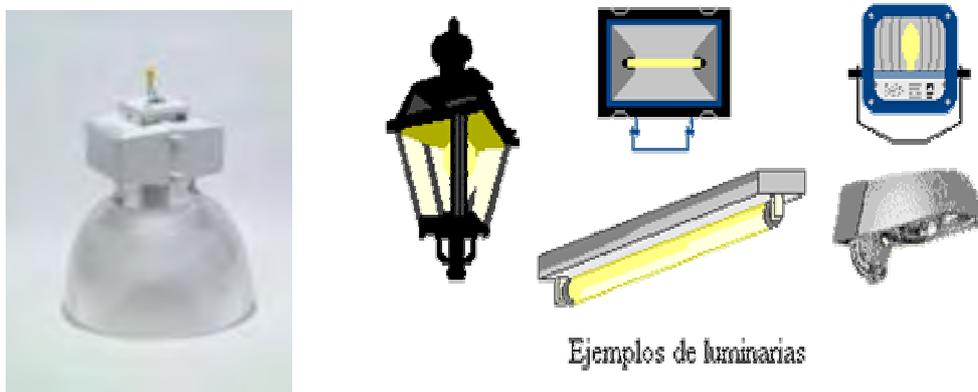


Fig. (65)

DEFINICIÓN.

El propósito de la fotometría es describir con exactitud el comportamiento de un luminario para permitir al diseñador, seleccionar el equipo de iluminación y diseñar una distribución de luminarios que mejor cubra las necesidades del trabajo.

4.2.-DATOS FOTOMETRICOS.

CURVA DE DISTRIBUCIÓN LUMINOSA.

La curva de distribución luminosa es el resultado de tomar medidas de intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y transcribirlas en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares. La distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección (a mayor distancia mayor intensidad). Estas mediciones se efectúan en distintos planos verticales de la luminaria, ya que la emisión de luz podrá diferir de uno a otro plano según el tipo de lámpara y de difusor (louver).

En general, la curva de distribución luminosa polar de una luminaria se representa mostrando dos de sus planos verticales; el transversal y el longitudinal (0° y 90°). Cuando la representación es en color, generalmente el plano transversal es rojo y el longitudinal azul o negro. Cuando se presenta en blanco y negro, el transversal es en trazo lleno y el longitudinal en punteado. Habitualmente, la información fotométrica de una luminaria está dada para un flujo luminoso de 1000 Lm. Fig. (66)

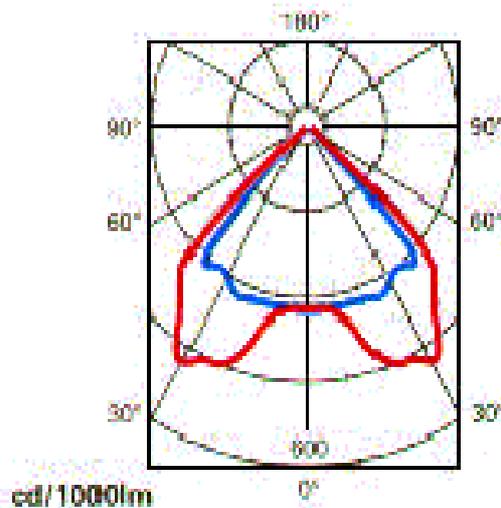


Fig. (66)

CURVA ISOFOOTCANDLE.

La curva isofootcandle (candela-pie) es la unidad de nivel luminoso en el sistema ingles. Fig. (67)

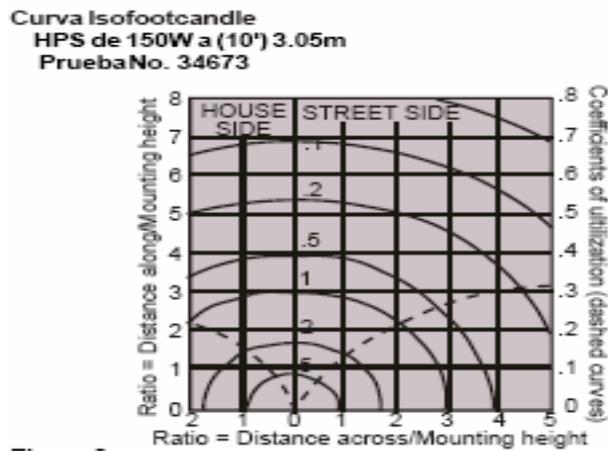


Fig. (67)

4.3.- LUMINANCIA.

Es la intensidad luminosa que una superficie emite en una dirección determinada por unidad de superficie proyectada (superficie vista desde dicha dirección). La unidad es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

4.4.-DESLUMBRAMIENTO.

La luz que incide directamente desde la lámpara en nuestros ojos tiene una intensidad bastante superior a la que nos llega reflejada por el suelo y por los obstáculos que en él se presenten, haciendo que los veamos peor, ya que la abertura de las pupilas se ha cerrado hasta adaptarse a aquella mayor intensidad luminosa.

Este molesto deslumbramiento nos produce fatiga visual, y reduce nuestra percepción y, en consecuencia, aumenta el riesgo de accidentes de tráfico, es decir, reduce la seguridad vial.

Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz; por ejemplo, ver directamente las luminarias. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando las vemos reflejada en alguna superficie (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo, etc.) Fig. (68)

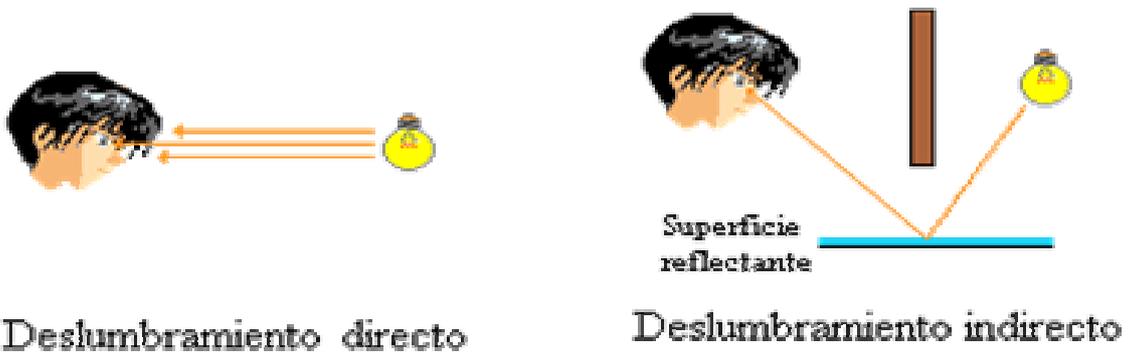


Fig. (68)

4.5.-Control de la luz en luminaria.

DIFUSORES.

Son elementos de control de luz que dispersa (dirige) la luz incidente en muchas direcciones. Los difusores son usados para extender la luz, anular las imágenes ópticas, oscurecer el interior de los luminarios, eliminar las imágenes de las lámparas y reducir las altas luminancias por incremento del área sobre la cual la luz sale del luminario. Fig. (69)

Ejemplo

- Difusores claros para luminarios de lámparas fluorescentes
- Luminario con difusor cilíndrico de cristal para opalino para lámpara incandescente.
- Tipo gota de vidrio saliente para luminarios de lámparas HID.
- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).



Fig. (69)

BLINDAJES.

Es el elemento de protección para la lámpara y luminario contra el vandalismo y robo. Fig. (70)



Fig. (70)

REFLECTORES.

Un reflector es un dispositivo, usualmente de metal o plástico revestido, que tiene una alta reflexión que esta formado para dirigir por reflexión la luz emitida por la lámpara.

En la construcción de luminarios se utilizan los reflectores con superficie de reflexión difusa, casi siempre blanco mate, y los que tienen superficies espectaculares, que originalmente se fabricaban en cristal espejado. En la actualidad se utilizan sobre todo aluminio anodizado y materiales sintéticos, como plástico, que lleva un recubrimiento de cromo o aluminio, respectivamente. Los reflectores de material sintético resultan más económicos pero la carga térmica es limitada y no son tan robustos como los reflectores de aluminio que debido a su resistente capa anodizada están mecánicamente protegidos pudiendo soportar altas temperaturas.

Fig. (71)

Tipos de Reflectores:

- Reflectores parabólicos
- Reflectores esféricos
- Reflectores elípticos
- Reflectores difusores



Fig. (71)

4.6.-COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU).

El coeficiente de utilización se refiere al número de lúmenes que finalmente alcanzan el plano de trabajo en relación a los lúmenes totales generados por la lámpara.

Los valores de CU son necesarios para calcular los niveles de iluminancia promedio y son provistos de una de dos maneras: una tabla de CU o una curva de utilización. Por lo general, la curva de utilización se provee para unidades escogidas para uso exterior o unidades con una distribución radicalmente asimétrica. La tabla de CU se provee para unidades que se usan principalmente en interiores, donde se aplica el método de cálculo de cavidad zonal. El uso de la información de CU se discutirá en la sección que cubre los métodos de cálculo. Fig. (72)

PISO	TECHO	20%									
		70%			50%			30%			0%
PARED		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
		R C R	1	.76	.73	.71	.72	.70	.68	.69	.68
2	.67		.63	.60	.65	.61	.58	.62	.60	.57	.54
3	.60		.55	.52	.58	.54	.51	.56	.53	.50	.47
4	.54		.48	.44	.52	.47	.43	.50	.46	.43	.40
5	.48		.42	.38	.46	.41	.37	.45	.40	.37	.35
6	.43		.37	.33	.42	.37	.33	.40	.36	.32	.30
7	.39		.33	.29	.37	.32	.28	.36	.32	.28	.26
8	.35		.29	.25	.34	.28	.25	.33	.28	.25	.23
9	.32		.26	.22	.30	.25	.22	.30	.25	.21	.20
10	.27		.22	.18	.26	.21	.18	.26	.21	.17	.16

Fig. (72)

4.7.-SEPARACIÓN MÁXIMA.

El criterio de espaciamiento le da al diseñador, información referente a qué tan separados deben colocarse los luminarios y mantener una uniformidad de iluminación aceptable en el plano de trabajo. El criterio de espaciamiento es conservador en la mayoría de los casos, por ejemplo, toma en consideración sólo el componente de iluminación directo e ignora el componente de luz indirecto que puede contribuir significativamente a la uniformidad.

Para usarlo, multiplique la altura de montaje neta (luminario a plano de trabajo) por el número de criterio de espaciamiento. En la mayoría de los casos, este rango se utiliza con el método de cálculo de cavidad zonal. Fig. (73)



Fig. (73)

Clasificación según las características ópticas de la luminaria.

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo.

4.8.-CLASIFICACIÓN DE LUMINARIAS.

1.- LUMINARIAS DIRECTAS.

Las luminarias Directas, son luminarias que emiten del 90 al 100% del flujo luminoso hacia el plano de trabajo. Las luminarias directas se utilizan para producir la máxima iluminación eficaz en las áreas de trabajo. Fig. (74)

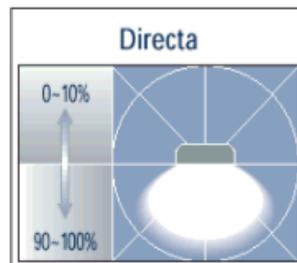


Fig. (74)

2.- LUMINARIAS SEMI – DIRECTAS.

Se da el nombre de luminarias Semi – Directas, a las luminarias que emiten del 60% al 90% del flujo luminoso hacia el plano de trabajo, por lo que la fracción de iluminación eficaz que recibe dicho plano de trabajo es la emitida directamente por este tipo de luminarias. La fracción de luz dirigida hacia el techo por este tipo de luminarias hace que las zonas de techo que rodea a estas luminarias resulten más brillantes que el resto del techo, propiciando una disminución de los valores en la relación entre valores de iluminancia en el techo. Fig. (75)

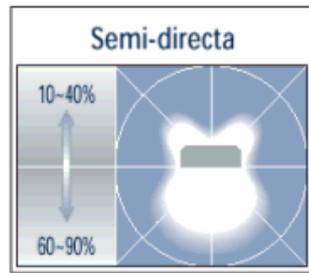


Fig. (75)

3.- LUMINARIAS GENERAL DIFUSA.

Las luminarias general difusa, emiten una importante fracción de flujo luminoso en el plano horizontal que pasa por las lámparas de estas luminarias, como sucede con las luminarias de globo envolvente que distribuyen la luz de un modo uniforme en todas las direcciones del espacio. En las luminarias difusas, para proteger a las lámparas, se utilizan cierres de vidrio, plásticos o de rejillas. Fig. (76)



Fig. (76)

4.- LUMINARIAS DIRECTAS – INDIRECTAS.

En este tipo de luminarias, el 40 a 60% de la luz se dirige hacia el plano de trabajo por lo que la mayor parte del flujo luminoso utilizado en la iluminación procede de las luminarias. También estas luminarias emiten hacia el techo y paredes una fracción importante (del orden del 40 al 60%) del flujo luminoso producido. Fig. (77)



Fig. (77)

5.- LUMINARIAS SEMI – INDIRECTAS.

Son luminarias que proyectan del 60 al 90% del flujo luminoso hacia el techo, por encima del plano horizontal que pasa por las lámparas de las luminarias. El resto de la fracción de flujo luminoso emitido, se distribuye hacia el plano de trabajo.

La iluminación producida por este tipo de luminarias, tiene las ventajas de la iluminación indirecta y mejora su eficacia. Las luminarias Semi – Indirectas se utilizan, a veces, para mejorar la relación de brillo entre techo y luminaria, cuando el alumbrado tiene un alto nivel luminoso. Para difundir la luz, con las luminarias Semi – Indirectas, se utiliza vidrio o plástico de densidad inferior al plástico empleado en la construcción de las luminarias Indirectas. Fig. (78)

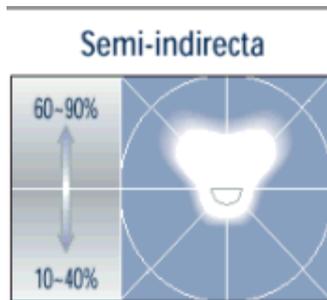


Fig. (78)

6.- LUMINARIAS INDIRECTAS.

Son las luminarias que dirigen por encima del plano horizontal que pasa por las lámparas, del 90 al 100% del flujo luminoso hacia el techo. Cuando se ilumina con este tipo de luminarias, toda la luz efectiva que incide en el plano de trabajo es la reflejada hacia abajo por el techo y en menor proporción por las paredes. Utilizando este tipo de luminarias, el techo se convierte en una fuente de luz que emite flujo luminoso de un modo muy difuso. Fig. (79)

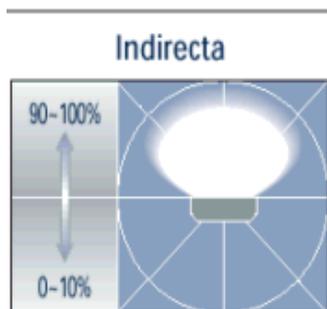


Fig. (79)

4.9.-EFICIENCIA DE LAS LUMINARIAS

Es la relación del flujo luminoso que sale del luminario (lúmenes) tanto para arriba como para abajo, entre los lúmenes iniciales de la lámpara que se encuentran dentro del mismo.

Factor de pérdida luminosa (factor de mantenimiento). Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc. Las pantallas reflectoras de las luminarias pierden eficiencia. Las paredes y cielorrasos se ensucian y disminuye su poder reflectante.

Son dos clasificaciones:



A).- Luminaria eficiente B).- Luminaria Ineficiente C).- Luminaria Ineficiente

4.10.- FACTOR DE PÉRDIDAS LUMINOSAS.

FACTORES NO RECUPERABLES:

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

FACTORES RECUPERABLES.

- 5.- Suciedad acumulada en la superficie del local.
- 6.- Lámparas fundidas.
- 7.- Depreciación de los lúmenes de las lámparas (l.l.d.) (lamp lumen depreciation).
- 8.- Suciedad acumulada en los luminarios (l.d.d.) (luminaire dirt depreciation).

4.11.-COEFICIENTES DE LUMINANCIA.

El Coeficiente de Luminancia es la relación entre la luminancia en un punto P determinado y la iluminancia horizontal en ese mismo punto.

CAPITULO 5

“DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN”

Para poder realizar un proyecto de iluminación es necesario tocar unos temas en específico por ejemplo la cantidad de luminarios, la distribución de cada uno y uno de los más importantes el costo de cada luminario y el costo total. Podremos conocer estos factores en este capítulo y así poder realizar un proyecto donde justifiquemos nuestros conocimientos.

5.1.- Características de una instalación de iluminación:

Necesitamos saber que tipo de lugar es al que se necesita la realización de un proyecto de iluminación, ya que dependiendo el lugar de ahí partimos para saber que cantidad de luxes requiere y proponer un posible arreglo.

5.1.1.-CANTIDAD.

Es el nivel de iluminación mínimo requerido para la tarea visual que se desarrollara en el área. Estos niveles están definidos de acuerdo a normas nacionales e internacionales entre otras S.M.I.I (sociedad mexicana de ingeniería de iluminación) y la I.E.S. (illumination engiener society). Fig. (80)

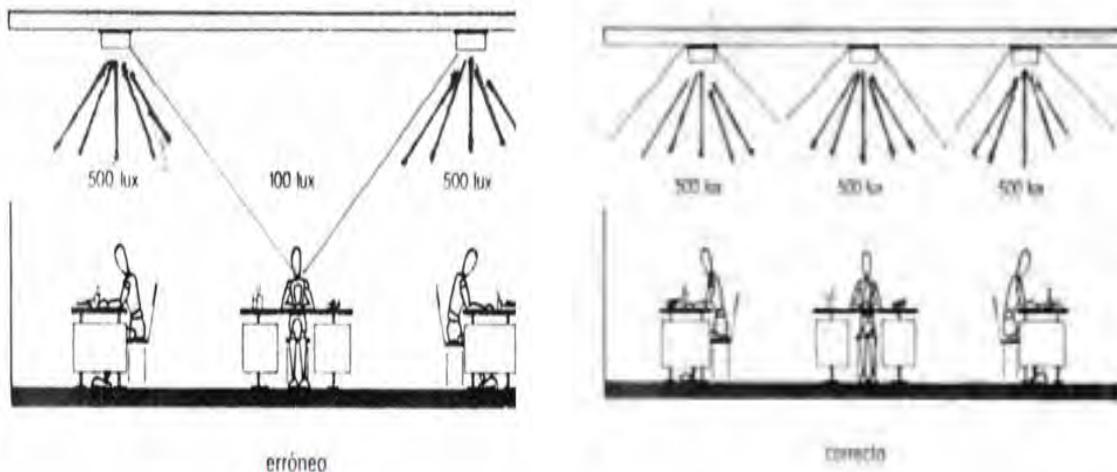


Fig. (80)

5.1.2.-CALIDAD.

Esto se refiere al definir la lámpara y el luminario adecuada para desarrollar adecuadamente la tarea visual.

Considerando los siguientes parámetros para la selección de la lámpara:

- A) flujo luminoso inicial
- B) Vida en horas
- C) Eficacia en lúmenes /watts
- D) Índice en rendimiento en color (I.R.C)

Para la selección del luminario debemos de tener en cuenta la correcta selección del tipo de distribución luminosa a emplear así como la clasificación adecuada que pudiera ser directa , semi-directa, directa - indirecta , general difusa, semi-indirecta, indirecta.

Cumpliendo correctamente con los dos aspectos anteriores que son la cantidad y la calidad, conseguiremos en el área un adecuado confort visual entendiéndose por esto la sensación de comodidad y soltura cuando se permanece un área correctamente iluminada.

5.1.3.- COSTOS.

Este concepto se refiere a comparar dos o más sistemas de alumbrado que satisfacen adecuadamente nuestro proyecto.

Esto implica comparar los costos iniciales de cada sistema así como el costo de operación anual. Seleccionaríamos el sistema más económico (pesos/lux).

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMA DE ALUMBRADO.

- 1.-Tipo de lámpara (filamento, mercurio, fluorescente de precalentamiento, slimline, etc.)
- 2.-Descripción de la lámpara.
- 3.-Tipo de luminario.
- 4.-Numero de lámparas por luminario.

DATOS BÁSICOS.

- 5.-Emisión luminosa inicial por luminaria.
- 6.- Vida de la lámpara
- 7.-Potencia por luminaria en vatios (incluyendo el equipo auxiliar).
- 8.-Coeficiente de utilización.
- 9.-Factor de mantenimiento.
- 10.-Numero de luminaria.
- 11.-Nivel luminoso medio mantenido (Lux).
- 12.-Costo de la energía (pesos por Kw.-H).
- 13.-Horas estimadas de servicios por año

COSTO INICIAL.

- 14.-Costo neto de cada luminaria
- 15.-Costo neto adicional de los accesorios por luminaria.
- 16.-Costo estimado de los conductores y de instalación de cada luminaria.
(Este costo incluye todos los materiales y equipos de conducción así como la mano de obra requerida para instalarlos, si es preciso instalar paneles, equipos de alimentación y transformadores deben incluirse proporcionalmente en este costo).
- 17.- Costo inicial neto de cada lámpara (precio de catalogo, menos descuentos mas impuestos)
- 18.-Costo inicial neto de las lámparas por cada luminaria (4x17).
- 19.-Costo inicial total por luminaria. (14+15+16+18)
- 20.-Costo inicial total (10x19).

CARGAS ANUALES FIJAS.

- 21.-Costo inicial por luminario sin lámparas (14+15+16)
- 22.-Costo inicial total sin lámparas (10x21)
- 23.-Cargas anuales fijas (...% de 22)

COSTO ANUAL DE OPERACIÓN.

- 24.-Numero anual de lámparas reemplazadas (4x10x13:6)
- 25.-Costo anual de la reposición de lámparas (17x24).
- 26.-Costo anual de partes reemplazadas (cebadores etc.).
- 27.-Costo total anual de material de reposición (25x26).
- 28.-Costo estimado de la mano de obra para reemplazar una lámpara.
- 29.-Costo total de la mano de obra de reposición de lámparas (24x28).
- 30.-Costo estimado de la limpieza por luminario.
- 31.-Numero de limpieza por año.
- 32.-Costo anual de la limpieza (10x30x31).
- 33.-Costo anual de trabajo de entretenimiento (29+32).
- 34.- Costo anual total del trabajo de entretenimiento (27+33)
- 35.- Costo anual de la energía (7x10x12x13/1000).
- 36.- COSTO TOTAL ANUAL DE CONSERVACIÓN (34+35)

COSTO TOTAL Y RELATIVO.

- 37.-Costo anual total (23 + 36).
- 38.-Costo Relativo anual.
- 39.-Costo anual por lux (37 /11)
- 40.-Costo anual relativo por lux.

5.2.- PROCEDIMIENTOS BASICOS DE DISEÑO.

5.2.1.-OBJETIVO.

Proporcionar los pasos a seguir, para dar solución a un proyecto de alumbrado que puede ser: interiores, vialidades o en áreas deportivas y recreativas.

Pasos a seguir.

1.- Datos de cliente:

- a).- Razón social
- b).- Dirección
- c).- Código postal.
- d).- Teléfono
- e).- Nombre de la Persona
- f).- Puesto que desempeña
- g).- Otros datos para la mejor identificación de nuestro cliente.

2.- Datos del área a analizar:

- I.-Planos (Planta y elevación) con cotas y escalas.
- II.- Dimensiones (largo, ancho y altura)

- III.-Tipo de techo (horizontal, dos aguas, diente de sierra y tipo Butler)
- IV.-Identificar las diferentes áreas a iluminar y actividad que en ellas se desempeña.
- V.- Determinar el nivel de iluminación.
- VI- Ubicación y la altura de la maquinaria instalada en cada una de las áreas.
- VII.- Si existe una grúa viajera, ubicación y altura.
- VIII.- Si existen áreas clasificadas.
- IX.- Si existen racks o estantería, conocer su ubicación, altura, ancho del rack y del pasillo.
- X.- Acabados del local (piso, techo y pared).
- XI.- Cualquier otra información que nos ayude a desarrollar nuestro proyecto de la mejor manera.

5.3.- MÉTODOS DE CÁLCULO.

Existen 2 métodos de cálculo el método de Lumen y el de Punto por Punto.

5.3.1.-METODO DE LUMEN.

Este método consiste en determinar el numero de luminarios necesarios para proporcionar el flujo luminoso que incidirá en el plano de trabajo lúmenes /m² esto seria igual al nivel de iluminación requerido en el área ya que un lm/m² = 1lux. Es el método más utilizado dentro del cálculo de iluminación y el más concreto y eficaz. Fig. (81)

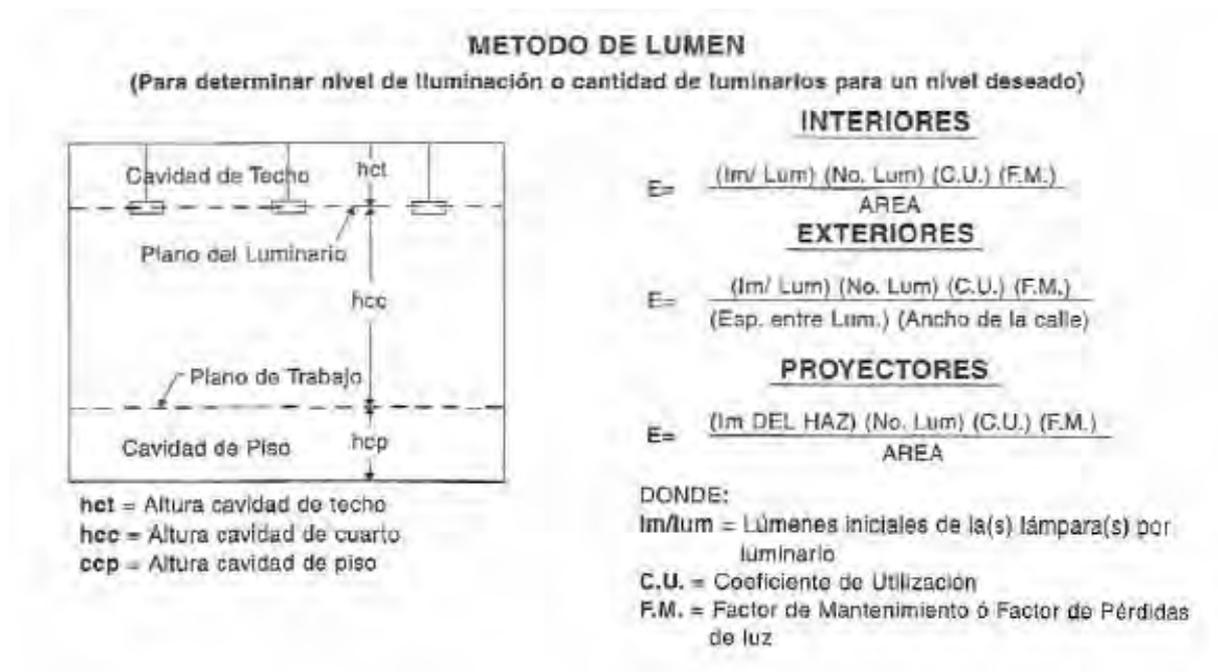


Fig. (81)

Coefficiente de Utilización (CU).

Es la Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por un luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas del luminario. De esta tabla lo obtenemos el CU, pero primero debemos obtener el RCR y después interpolar en la tabla del CU dependiendo de la reflectancia del piso, techo y pared. Fig. (82)

COEFICIENTE DE UTILIZACION
BANTAM PRISMPACK CAT. NO. 904, 175 W V.M.

PISO	TECHO	20%									
		70%			50%			30%			
PARED		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
R C R	1	.75	.73	.71	.72	.70	.68	.69	.68	.66	.62
	2	.67	.63	.60	.65	.61	.58	.62	.60	.57	.54
	3	.60	.55	.52	.58	.54	.51	.56	.53	.50	.47
	4	.54	.48	.44	.52	.47	.43	.50	.46	.43	.40
	5	.48	.42	.38	.46	.41	.37	.45	.40	.37	.35
	6	.43	.37	.33	.42	.37	.33	.40	.36	.32	.30
	7	.39	.33	.29	.37	.32	.28	.36	.32	.28	.26
	8	.35	.29	.25	.34	.28	.25	.33	.28	.26	.23
	9	.32	.26	.22	.30	.25	.22	.30	.25	.21	.20
	10	.27	.22	.18	.26	.21	.18	.26	.21	.17	.16

Fig. (82)

Determinación del coeficiente de utilización es necesario obtener los siguientes datos:

- Existen dos procedimientos para el cálculo del coeficiente de utilización.
- El índice de Cuarto (Ic). Fig. (83)
- Método de cavidad Zonal (R.C.R). Fig. (84)

5.3.2.-MÉTODO DE INDICE DE CUARTO.

Nos muestra el valor de índice cavidad de cuarto, el cual depende de la altura de cavidad de cuarto y las dimensiones del área que se requiere iluminar.

$$Ic = \frac{Area}{(hcc)(Largo + Ancho)}$$

Fig. (83)

RELACION DE LOS METODOS DE CAVIDAD ZONAL E INDICE DE CUARTO.

Obteniendo el índice de cavidad de cuarto podemos calcular el RCR del cual podremos obtener el coeficiente de utilización, teniendo en cuenta la reflectancia del lugar en su respectiva proporción de reflectancia en piso, techo y pared para después interpolar en la grafica y así obtener el CU y sustituirlo en la formula del método de Lumen.

$$RCR = \frac{5}{Ic}$$

Fig. (84)

5.3.3.-CAVIDAD ZONAL.

El método de cavidad zonal es el método aceptado en la actualidad para calcular los niveles de iluminancia promedio para áreas interiores a menos que la distribución de luz sea radicalmente asimétrica. Es un método manual aproximado para aplicaciones interiores porque toma en consideración el efecto que tiene la interreflectancia sobre el nivel de iluminancia. A pesar que toma en consideración muchas variables, la premisa básica de que los footcandles (pies candela) o luxes son iguales al flujo sobre un área no se viola.

La base del método de cavidad zonal es que el cuarto se compone de tres espacios o cavidades. El espacio entre el techo y los luminarios, si están suspendidos, se define como "cavidad de techo"; el espacio entre el plano de trabajo y el piso se denomina "cavidad de piso"; y el espacio entre los luminarios y el plano de trabajo, la "cavidad de cuarto".

Una vez que el concepto de estas cavidades ha sido comprendido, es posible calcular las relaciones numéricas llamadas "rangos de cavidad", que pueden ser usados para determinar la reflectancia efectiva del techo y del piso y después encontrar el coeficiente de utilización.

MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL.

Hay lugares que no son regulares y por lo tanto se consideran estas dos formulas que nos sirven para identificar la zona y así tener un dato mas exacto para evitar un error en nuestro calculo. Fig. (85).

AREAS REGULARES

$$RCR = \frac{(5)(hcc)(L \text{ arg } o + \text{Ancho})}{Area}$$

AREAS IRREGULARES

$$RCR = \frac{(2.5)(hcc)(Perimetro)}{Area}$$

Fig. (85)

5.3.3.1 FACTOR DE PÉRDIDAS DE LUZ O FACTOR DE MANTENIMIENTO (L.L.F.) LIGHT LOSS FACTOR.

FACTORES DE PÉRDIDA DE LUZ.

FACTORES NO RECUPERABLES

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

FACTORES DE PÉRDIDA DE LUZ.

FACTORES RECUPERABLES

- 5.- Suciedad acumulada en las superficies del local.
 - 6.- Lámparas fundidas.
 - 7.- Depreciación de los lúmenes de las lámparas (l.l.d.) (lamp lumen depreciation)
 - 8.- Suciedad acumulada en los luminarios (l.d.d.) (luminaire dirt depreciation)
- Los puntos 7 y 8 son los 2 factores utilizados dentro de nuestro cálculo. Fig. (86)

DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES T-8

WATTS	TIPO	TEMPERATURA DE COLOR	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/W ATT	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	ENCENDIDO	BALASTRO
17	Lineal	3000	1400	20000	82	0.92	G13	T-8	60.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
17	Lineal	3500	1400	20000	82	0.92	G13	T-8	60.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
17	Lineal	4100	1400	20000	82	0.92	G13	T-8	60.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
25	Lineal	3000	2250	20000	90	0.92	G13	T-8	90.8	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
25	Lineal	3500	2250	20000	90	0.92	G13	T-8	90.8	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
25	Lineal	4100	2250	20000	90	0.92	G13	T-8	90.8	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal	3000	2950	20000	92	0.92	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal	3500	2950	20000	92	0.92	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal	4100	2950	20000	92	0.92	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal	5000	2950	20000	92	0.92	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal/Ecológica	3000	3000	24000	94	0.95	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal/Ecológica	3500	3000	24000	94	0.95	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal/Ecológica	4100	3000	24000	94	0.95	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	Lineal/Ecológica	5000	3000	24000	94	0.95	G13	T-8	121.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
59	Lineal	3000	5900	15000	100	0.92	Fa-8	T-8	243.8	Instantaneo	Electrónico
59	Lineal	3500	5900	15000	100	0.92	Fa-8	T-8	243.8	Instantaneo	Electrónico
59	Lineal	4100	5900	15000	100	0.92	Fa-8	T-8	243.8	Instantaneo	Electrónico
59	Lineal	5000	5900	15000	100	0.92	Fa-8	T-8	243.8	Instantaneo	Electrónico
16	"U" 1 5/8"	3000	1125	20000	70	0.92	G-13	T-8	26.6	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
16	"U" 1 5/8"	3500	1125	20000	70	0.92	G-13	T-8	26.6	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
16	"U" 1 5/8"	4100	1125	20000	70	0.92	G-13	T-8	26.6	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
24	"U" 1 5/8"	3000	1925	20000	80	0.92	G-13	T-8	41.9	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
24	"U" 1 5/8"	3500	1925	20000	80	0.92	G-13	T-8	41.9	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
24	"U" 1 5/8"	4100	1925	20000	80	0.92	G-13	T-8	41.9	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
31	"U" 1 5/8"	3000	2725	20000	80	0.92	G-13	T-8	57.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
31	"U" 1 5/8"	3500	2725	20000	88	0.92	G-13	T-8	57.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
31	"U" 1 5/8"	4100	2725	20000	88	0.92	G-13	T-8	57.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	"U" 6"	3000	2850	20000	89	0.92	G-13	T-8	57.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	"U" 6"	3500	2850	20000	89	0.92	G-13	T-8	57.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico
32	"U" 6"	4100	2850	20000	89	0.92	G-13	T-8	57.2	Rápido	Electromagnético/ Electrónico

Fig. (86)

De nuestro catalogo de datos técnicos de nuestro luminario obtenemos ambas graficas, en la Fig. (87), podemos designar la categoría del luminario dependiendo del que se va utilizar por su forma, existen 5 categorías.

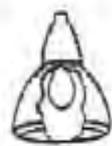
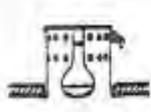
LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO
 ESFERA DIFUSA CON MONTAJE COLGANTE.	V	1.5	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION MEDIA.	V	1.0	 UNIDAD TOTALMENTE CERRADA.	V	1.4
 REFLECTOR ESMALTADO TIPO RLM.	IV	1.3	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LAMPARAS PAR-100 Y LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA DE ENERGIA.	IV	0.5	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMATICO VENTILADO (EFECTO CHIMENEA).	III	1.5
 (CUBIC) UNIDAD CON ENVOLVENTE CUADRADO PRISMATICO.	V	1.3	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LAMPARA PAR-75.	IV	0.5	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMATICO CERRADA, POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMATICO.	V	1.8
 LAMPARA H-40 EN BOTE INTEGRAL.	IV	0.5	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION ABIERTA.	V	1.4	 UNIDAD CERRADA POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMATICO.	V	1.3

Fig. (87)

Curvas de Degradación por suciedad en el luminario LDD.

Teniendo el dato de la categoría, nos dirigimos a su curva de degradación la cual nos muestra la curva de muy limpio (ML), limpio (L), medio (M), sucio (S), muy sucio (MS). Se refiere al lugar donde se encuentran los luminarios si son zonas limpias o sucias, depende del criterio del diseñador, y del eje de las X tomamos 21 mese y vemos donde se interceptan con el eje de las Y es valor que este en este mismo eje es el valor que tomamos para el LDD. Fig. (88)

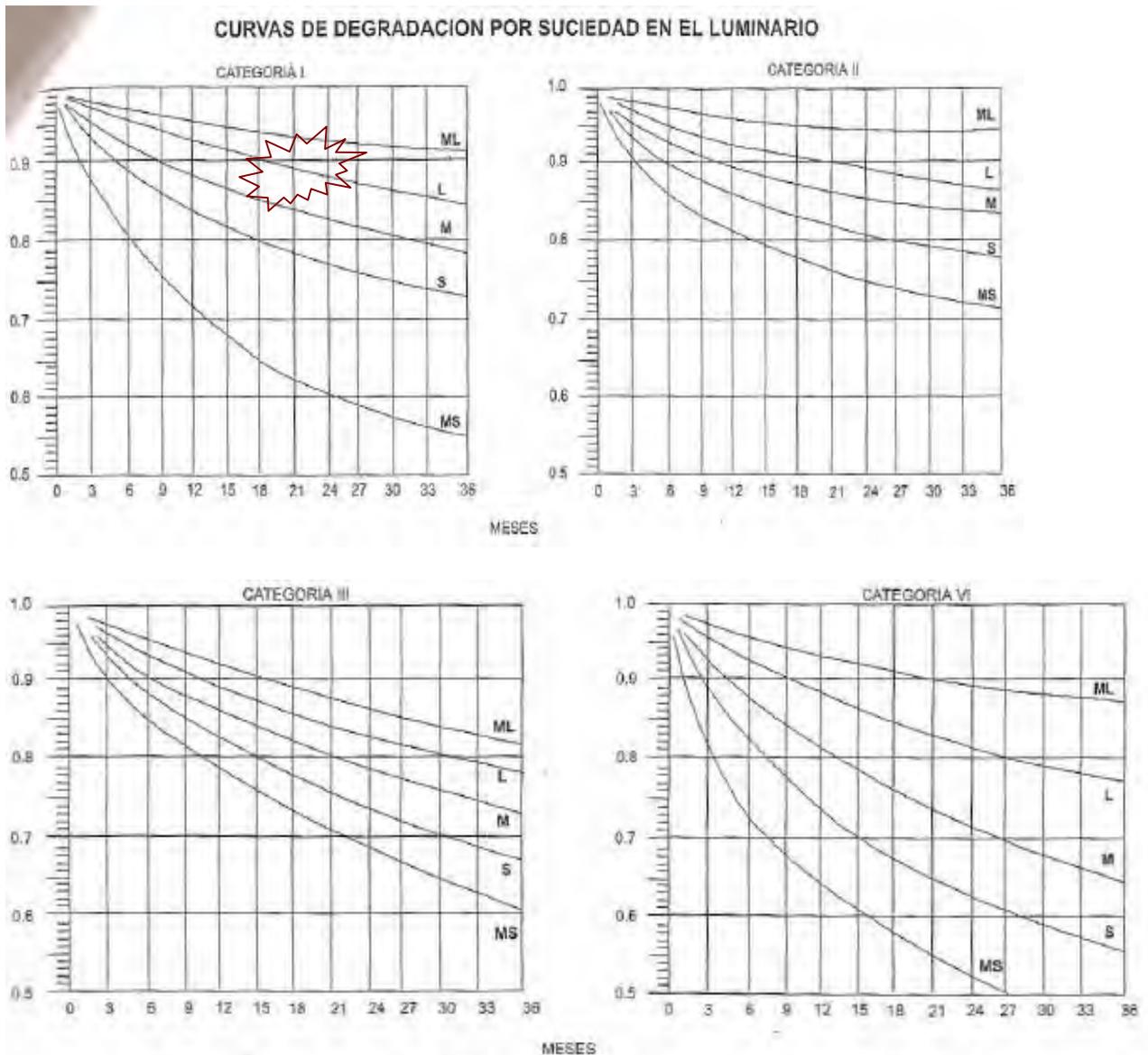


Fig. (88)

Para determinar el Factor de Mantenimiento (FM) tenemos esta formula:

$$FM = LDD \times LDD$$

CALCULO DE No DE LUMINARIOS.

Tenemos tres formulas tanto para interiores como exteriores y proyectores. Fig. (89)

INTERIORES:

$$NoLu \text{ min ario} = \frac{E \times Area}{\left(\frac{Lumenes}{Lu \text{ min ario}} \right) (C.U) (F.M.)}$$

EXTERIORES:

$$NoLu \text{ min ario} = \frac{(E)(Esp. \text{entre lu min arios})(AnchodelaC \text{ alle})}{\left(\frac{Lumenes}{Lu \text{ min ario}} \right) (C.U) (F.M.)}$$

PROYECTORES:

$$NoLu \text{ min ario} = \frac{(E)(Area)}{\left(\frac{Lumenes \text{ del haz}}{Lu \text{ min ario}} \right) (C.U) (F.M.)}$$

Fig. (89)

5.4.-DISTRIBUCIÓN.

▪El criterio de espaciamento le da al diseñador, información referente a qué tan separados deben colocarse los luminarios y mantener una uniformidad de iluminación aceptable en el plano de trabajo. El criterio de espaciamento es conservador en la mayoría de los casos, por ejemplo, toma en consideración sólo el componente de iluminación directo e ignora el componente de luz indirecto que puede contribuir significativamente a la uniformidad. Sin embargo, utilizado dentro de sus límites, el criterio de espaciamento puede ser útil. Para usarlo, multiplique la altura de montaje neta (luminario a plano de trabajo) por el número de criterio de espaciamento. En la mayoría de los casos, este rango se utiliza con el método de cálculo de cavidad zonal.

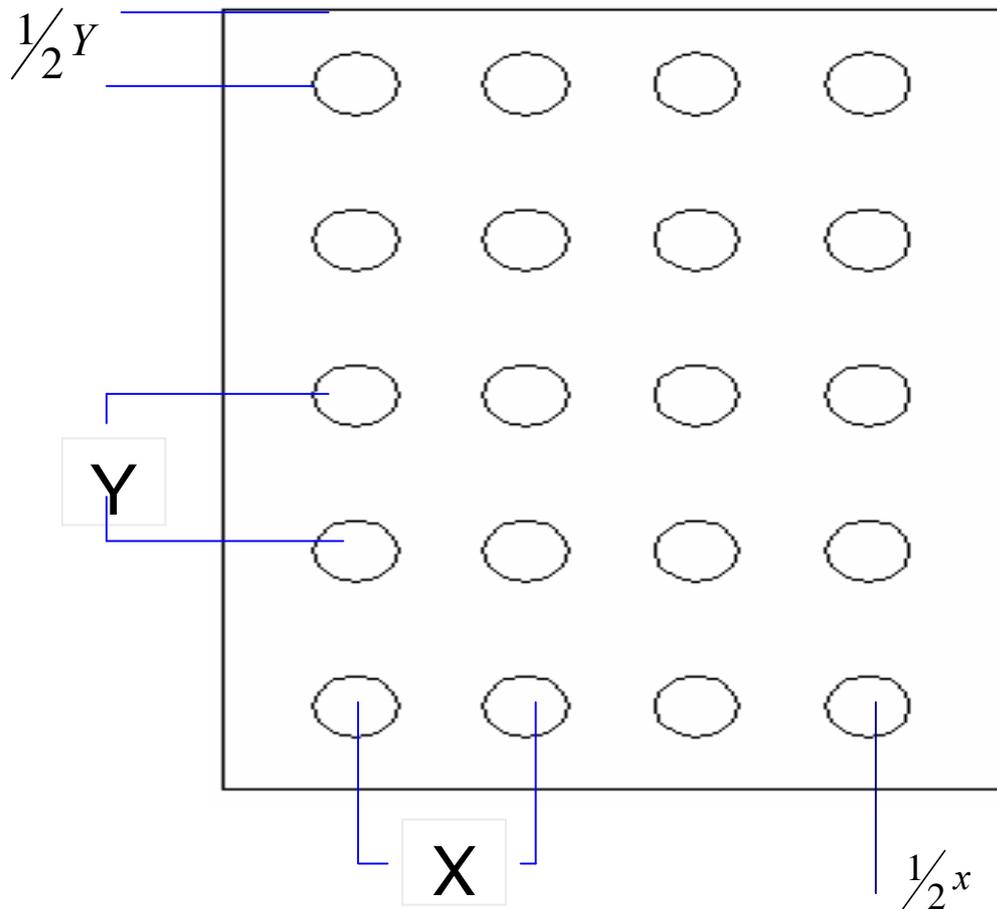
Distribución (Arreglo).

ST= Espaciamento Teórico

$$ST = \sqrt{\frac{Area}{NoLum}}$$

No de Luminarias = No Columnas X No Renglones

Se busca el mejor arreglo con forme a la forma de lugar:



$$S \text{ max} = SC \times hcc$$

-Smax = Espaciamiento Máximo

-SC = Criterio de espaciamiento (esta la encontramos en la Información Fotométrica)

Si se cumple la siguiente condición, garantizamos que habrá buena uniformidad en el área.

$$S_{real} \leq S \text{ max}$$

Imágenes del posible arreglo y visualizarlo lo mejor posible para nuestro proyecto. Fig. (90)

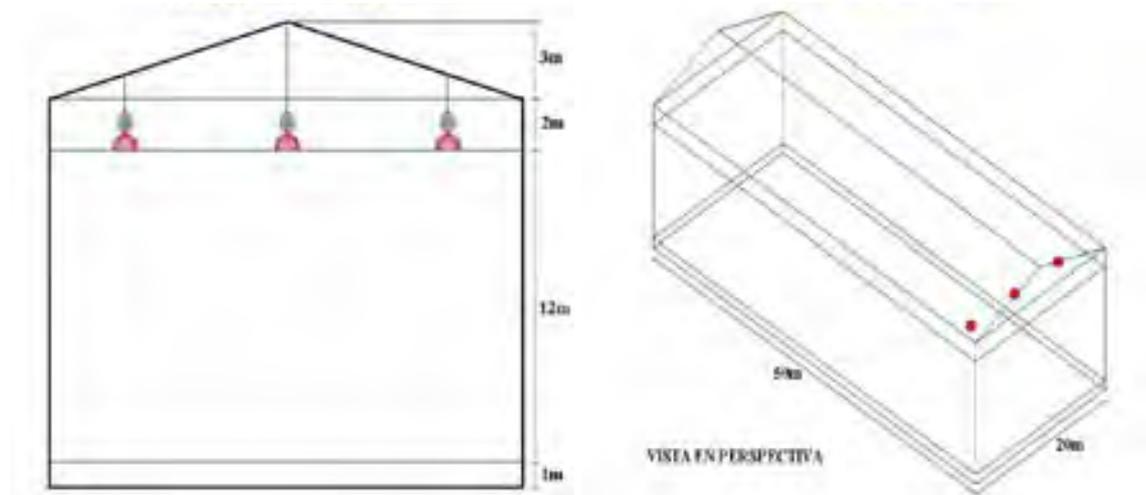


Fig. (90)

5.5.- METODO PUNTO POR PUNTO.

Es el método por medio del cual obtenemos el nivel de iluminación en diversos puntos del área, con la contribución de todos los luminarios.

5.5.1.- ILUMINACION NORMAL.

Lograr el nivel de iluminancia requerido, no siempre asegura una buena calidad de iluminación. La calidad, al igual que la cantidad de iluminancia, es importante para producir un ambiente de iluminación confortable, productivo, y estéticamente agradable.

La calidad de los sistemas de iluminación contemplan, mas no se limitan solamente a aspectos tales como: color apropiado, buena uniformidad, luminancias de superficie de cuarto apropiadas, control de brillo adecuado y reflejo mínimo. Fig. (91)

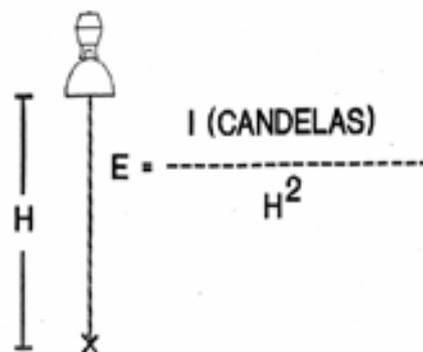
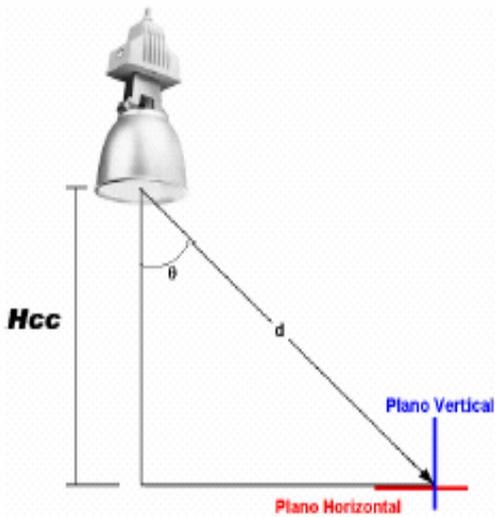


Fig. (91)

5.5.2.- HORIZONTAL.

En el caso anterior, la superficie estaba situada perpendicularmente a la dirección de los rayos luminosos, pero cuando forma con esta un determinado ángulo θ , la ley de la inversa del cuadrado de la distancia en el caso de superficies horizontales hay que multiplicarla por el coseno del ángulo, como se muestra a continuación:

Método Punto por Punto en Superficies Horizontales



$$E_H = \frac{I \cos \theta}{d^2} \dots\dots\dots(1)$$

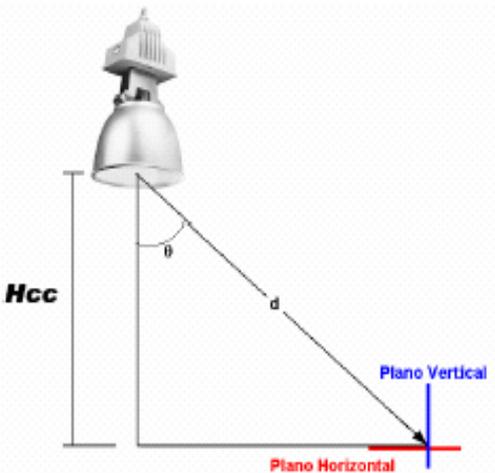
Obteniendo el coseno del ángulo

$$\cos \theta = \frac{H_{cc}}{d} \dots\dots\dots(2)$$

Despejando d de (2)

$$d = \frac{H_{cc}}{\cos \theta} \dots\dots\dots(3)$$

Método Punto por Punto en Superficies Horizontales



Elevando (3) al cuadrado

$$d^2 = \frac{H_{cc}^2}{\cos^2 \theta} \dots\dots\dots(4)$$

Sustituyendo (4) en (1)

$$E_H = \frac{I \cos \theta}{\frac{H_{cc}^2}{\cos^2 \theta}} = \frac{I \cos \theta \cos^2 \theta}{H_{cc}^2}$$

$$E_H = \frac{I \cos^3 \theta}{H_{cc}^2}$$

Método Punto por Punto en Superficies Horizontales



$$E_H = \frac{I \cos^3 \theta}{H_{cc}^2}$$

Donde:

E_H = Nivel de iluminación en luxes sobre el plano horizontal.

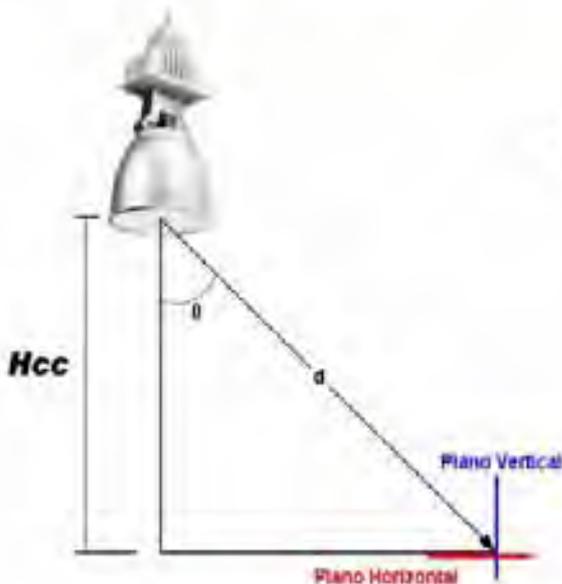
I = Potencia en candelas.

H_{cc} = Altura del luminario al plano de trabajo en metros.

5.5.3.- VERTICALES.

Cuando se forma un determinado ángulo θ , con la superficie vertical, la ley de la inversa del cuadrado de la distancia se multiplica por el seno del ángulo, como se muestra a continuación:

Método Punto por Punto en Superficies Verticales



$$E_V = \frac{I \text{ Sen } \theta}{d^2} \dots\dots\dots(1)$$

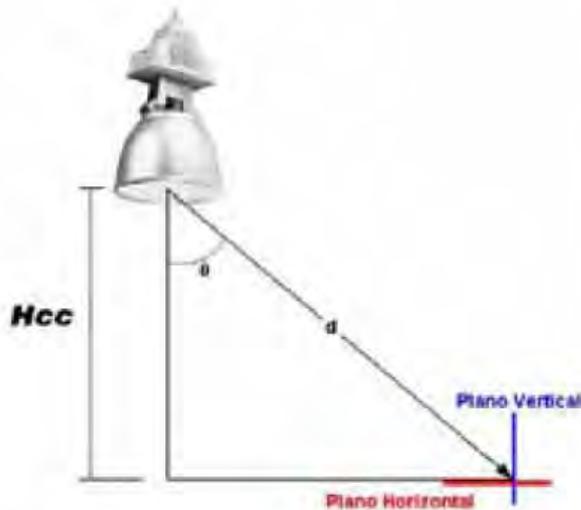
Obteniendo el coseno del ángulo

$$\text{Cos } \theta = \frac{H_{cc}}{d} \dots\dots\dots(2)$$

Despejando d de (2)

$$d = \frac{H_{cc}}{\text{Cos } \theta} \dots\dots\dots(3)$$

Método Punto por Punto en Superficies Verticales



Elevando (3) al cuadrado

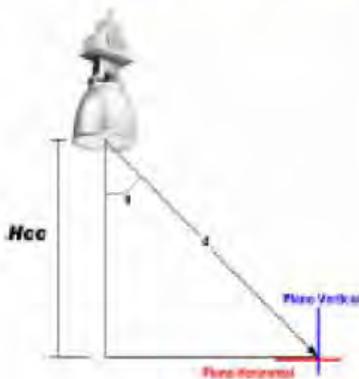
$$d^2 = \frac{H_{cc}^2}{\cos^2 \theta} \dots \dots \dots (4)$$

Sustituyendo (4) en (1)

$$E_v = \frac{I \text{ Sen } \theta}{\frac{H_{cc}^2}{\cos^2 \theta}} =$$

$$E_v = \frac{I \text{ Sen } \theta \cos^2 \theta}{H_{cc}^2}$$

Método Punto por Punto en Superficies Verticales



$$E_v = \frac{I \text{ Sen } \theta \cos^2 \theta}{H_{cc}^2}$$

Donde:

E_H = Nivel de iluminación en luxes sobre el plano vertical.

I = Potencia en candelas.

H_{cc} = Altura del luminario al plano de trabajo en metros.

5.6.-INFORMACION FOTOMETRICA.

La Fotometría es la parte de la física que se ocupa de las mediciones de la luz y de las magnitudes que con ellas se relacionan. Fig. (92)

Para cualquier tipo de iluminación se requiere de información fotométrica.

-Para interiores se utiliza la curva de distribución

-Para exteriores se utilizan las curvas isolux e isofootcandle.

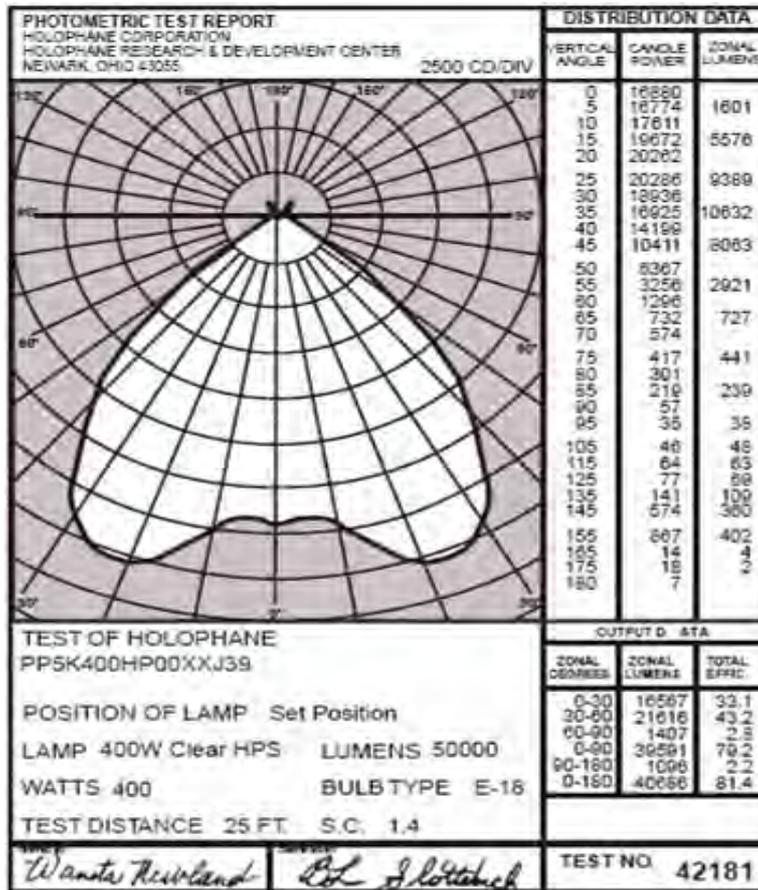


Fig. (92)

5.7.-TABLAS

Cada luminario debe tener su información fotométrica para poder obtener datos que no ayuden a respaldar nuestros cálculos.

Manual HOLOPHANE Comercial/Retail PrismGlo.

DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES T-12

WATTS	TIPO	TEMPERATURA DE COLOR	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/WATT	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	ENCENDIDO	BALASTRO
21	Lineal	6500	990	7500	47	0.86	Fa8	T-12	55.8	Instantaneo	Electromagnético
21	Lineal	4300	1150	7500	55	0.86	Fa8	T-12	55.8	Instantaneo	Electromagnético
21	Lineal	2900	1100	7500	52	0.86	Fa8	T-12	55.8	Instantaneo	Electromagnético
39	Lineal	6500	2600	9000	67	0.88	Fa8	T-12	117	Instantaneo	Electromagnético
39	Lineal	4300	3100	9000	79	0.88	Fa8	T-12	117	Instantaneo	Electromagnético
39	Lineal	3600	2850	9000	73	0.88	Fa8	T-12	117	Instantaneo	Electromagnético
55	Lineal	6500	3850	12000	70	0.88	Fa8	T-12	182.9	Instantaneo	Electromagnético
55	Lineal	4300	4600	12000	84	0.88	Fa8	T-12	182.9	Instantaneo	Electromagnético
55	Lineal	2900	4500	12000	82	0.88	Fa8	T-12	182.9	Instantaneo	Electromagnético
75	Lineal	6500	5450	12000	73	0.88	Fa8	T-12	243.8	Instantaneo	Electromagnético
75	Lineal	4300	6300	12000	84	0.88	Fa8	T-12	243.8	Instantaneo	Electromagnético
75	Lineal	2900	6165	12000	82	0.88	Fa8	T-12	243.8	Instantaneo	Electromagnético
20	Lineal	2900	1240	12000	62	0.88	G-13	T-12	60.4	Rápido / Precalentamiento	Electromagnético
20	Lineal	4300	1260	12000	63	0.88	G-13	T-12	60.4	Rápido / Precalentamiento	Electromagnético
20	Lineal	6500	1075	12000	54	0.88	G-13	T-12	60.4	Rápido / Precalentamiento	Electromagnético
40	Lineal	2900	3100	20000	78	0.9	G-13	T-12	121.9	Rápido / Precalentamiento	Electromagnético
40	Lineal	4300	3150	20000	79	0.9	G-13	T-12	121.9	Rápido / Precalentamiento	Electromagnético
40	Lineal	6500	2600	20000	65	0.9	G-13	T-12	121.9	Rápido / Precalentamiento	Electromagnético
40	"U"	4300	2900	18000	73	0.86	G-13	T-12	57	Rápido	Electromagnético
110	Lineal	4300	8800	12000	80	0.87	R17-d	T-12	238.8	Rápido HO	Electromagnético
110	Lineal	6000	7800	12000	71	0.87	R17-d	T-12	238.8	Rápido HO	Electromagnético
215	Lineal	4300	14500	10000	67	0.7	R17-d	T-12	238.8	Rápido VHO	Electromagnético
215	Lineal	6000	14000	10000	65	0.7	R17-d	T-12	238.8	Rápido VHO	Electromagnético

DATOS DE LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

WATTS	ACABADO	TEMPERATURA DE COLOR	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/WAT (L.L.D.)	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICION DE FUNCIONAMIENTO
100	Blanco de Lujo	3900	3650	24000	37	0.84	E-40	BF-75	17.20	Universal
125	Blanco de Lujo	3900	6300	24000	50	0.84	E-26	BF-75	17.20	Universal
175	Blanco de Lujo	3900	8600	24000	49	0.90	E-40	ED-28	22.40	Universal
250	Blanco de Lujo	3900	13000	24000	52	0.80	E-40	ED-28	22.40	Universal
400	Blanco de Lujo	3900	23000	24000	58	0.85	E-40	ED-37	27.70	Universal
1000	Blanco de Lujo	3900	57500	24000	58	0.80	E-40	BT-56	39.00	Universal

DATOS DE LÁMPARAS DE ADITIVOS METALICOS

WATTS	ACABADO	TEMPERATURA DE COLOR	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/WAT (L.L.D.)	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICION DE FUNCIONAMIENTO
175	Clara	4200	4400 V, 12800	10000 V, 7500 H	82 V, 73 H	0.80	E-40	BT-28	22.40	Universal
175	Fosforada	3800	4000 V, 12000	10000 V, 7500 H	80 V, 69 H	0.80	E-40	BT-28	22.40	Universal
250	Clara	4200	2000 V, 20000	10000	88 V, 80 H	0.77	E-40	BT-28	22.40	Universal
250	Fosforada	3800	1500 V, 19500	10000	86 V, 78 H	0.77	E-40	BT-28	22.40	Universal
400	Clara	4000	6000 V, 32000	15000 V, 15000 H	90 V, 80 H	0.69	E-40	BT-37	27.70	Universal
400	Fosforada	3700	6000 V, 32000	15000 V, 15000 H	90 V, 80 H	0.69	E-40	BT-37	27.70	Universal
1000	Clara	4000	0000 V, 107800	15000 V, 9000 H	110 V, 108 H	0.80	E-40	BT-56	38.30	Universal
1500	Clara	3700	3000 V, 153000	3000 V, 153000	109 V, 102 H	0.85	E-40	BT-56	38.30	Base arriba/horizontal

DATOS DE LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESION

18	Clara	1800	1800	12000	100	1.00	By22d	T54(T-17)	21.60	Base vertical a base-horizantal
35	Clara	1800	4800	12000	137	1.00	By22d	T54(T-17)	31.00	
55	Clara	1800	8100	12000	147	1.00	By22d	T54(T-17)	42.30	Base horizontal
90	Clara	1800	13500	12000	150	1.00	By22d	T68(T-22)	52.80	
135	Clara	1800	22500	12000	167	1.00	By22d	T68(T-22)	77.50	Base horizontal
180	Clara	1800	33000	12000	183	1.00	By22d	T68(T-22)	112.00	Base horizontal

DATOS DE LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS AHORRADORA DE ENERGÍA

360	Clara	4000	16000 V, 30000 V, 15000 f	100 V, 83 H	0,67 V, 0,63 H	E-40	BT-37	27,70	Universal
360	Fosforada	3600	16000 V, 30000 V, 15000 f	100 V, 83 H	0,67 V, 0,63 H	E-40	BT-37	27,70	Universal

DATOS DE LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS COMPACTAS

WATTS	ACABADO	TEMPERATURA DE COLOR	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/WAT T	FACTOR DE DEPRECIACION (L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICION DE FUNCIONAMIENTO
175	Clara	4000	4400 V, 12800 f10000 V, 7500 H	80 V, 73 H	0,75 V, 0,74 H	E-26	ED-17	13,80	Universal	
250	Clara	4000	22000 V, 20000 f10000 V, 7500 H	88 V, 80 H	0,79 V, 0,72 H	E-40	ET-18	24,00	Universal	
400	Clara	4000	16000 V, 32000 f20000 V, 15000 f	90 V, 80 H	0,71 V, 0,64 H	E-40	BT-28	22,40	Universal	
1000	Clara	3800	00000 V, 107800f12000 V, 9000 H	110 V, 108 H	0,80 V, 0,80 H	E-40	BT-37	27,70	Universal	

DATOS DE LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS PULSE START

250	Clara	4200	23500	10000	94	0,66	E-40	BT-28	21,10	Base arriba
320	Clara	4500	32000	20000	100	0,66	E-40	BT-28	21,10	Base arriba
320	Fosforada	3900	30000	20000	94	0,66	E-40	BT-28	21,10	Base arriba
400	Clara	4000	42000	20000	105	0,80	E-40	BT-37	29,20	Base arriba
400	Fosforada	3600	42000	20000	105	0,80	E-40	BT-37	29,20	Base arriba

DATOS DE LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS

70	Clara	3000	5200	10000	74	0,80	G-12	Tubular	8,40	Universal
150	Clara	3000	13000	10000	87	0,81	G-12	Tubular	8,40	Universal
150	Clara	4300	13000	10000	87	0,81	G-12	Tubular	8,40	Universal
250	Clara	5300	20000	10000	80	0,84	E-40	Tubular	22,50	Universal
400	Clara	5200	32000	10000	80	0,72	E-40	Tubular	28,50	Universal
1000	Clara	6000	80000	2500	80	0,80	E-40	Tubular	34,00	Base horizontal

Conclusiones.

La iluminación es necesaria para realizar actividades y es fundamental tener un área bien iluminada para desempeñarnos lo mejor posible. Las lámparas fueron evolucionando tanto sus formas y tamaños de las lámparas que van desde muy grandes hasta muy pequeños como los leds ya que en la antigüedad solo existían las lámparas de aceite y ahora contamos con lámparas ahorradoras de energía.

Existe una gran diversidad de luminarios y dependiendo del lugar es el tipo de luminario que se requiere y se toma en cuenta el costo y la vida útil de cada uno, y es necesario tomar en cuenta que cada luminario tiene una función distinta. Nosotros como ingenieros debemos proporcionar el más efectivo y respaldar nuestros resultados con cálculos que podremos realizar con este documento, tanto como para interiores y exteriores.

Resultados:

Por medio del Método de Lumen podemos determinar el número de luminarios necesarios para proporcionar el flujo luminoso que incidirá en el plano de trabajo lúmenes /m² esto sería igual al nivel de iluminación requerido en el área, y sabemos que para un área donde se necesitan distinguir color utilizaremos un luminaria de la familia HID como por ejemplo aditivos metálicos, y para solo distinguir objetos no color utilizaremos vapor de sodio alta presión. En el Método Punto por Punto obtenemos el nivel de iluminación en diversos puntos del área, con la contribución de todos los luminarios.

Esperamos que este trabajo sea de gran ayuda para los alumnos de la materia de Iluminación de la carrera de IME, y facilite la comprensión de los capítulos del temario de dicha materia.

Debemos tomar conciencia de que hay que ahorrar electricidad, economizamos tanto en dinero y en la vida útil del luminario.

BIBLIOGRAFÍAS:

I.E.S. Lighting Handbook 9 Edition
Illumination Engineering Boast-Mc Graw Hill.

Manual de Luminotecnia Westinghouse
Electrical Systems Analysis and Design For Industrial Plants I. Lazar Mc Graw Hill

Norma oficial Mexicana NOM 001 SEDE 2005.

Electrical Installations Theory and practice Neidle Michel Mc Graw Hill.

Fundamentos de instalaciones Eléctricas Foley, Josep H; Mc Graw Hill.

Sistemas de Iluminación Industriales, Frier Jhon P. And Gazley Fries Mary; Limusa.

Catálogos de manuales y datos técnicos de fabricantes de equipo eléctrico.

Holophane S.A. Catalogo Comercial.

Técnica de la Iluminación Eléctrica, La escuela del Técnico Electricista tomo IX Editorial Labor.

Paginas de Internet:

<http://www.holophane.com.mx>,

<http://www.lithonia.com>

<http://www.carloslazlo.com>