



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"APLICACION DE LOS SENSORES DE PRESENCIA EN EL CALCULO DE ILUMINACION DE OFICINAS"

298043

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

VICTOR MANUEL VENEGAS ROA
JOSE JUAREZ CONTRERAS
GERARDO CLEMENTE NOGUEZ SOTO

ASESORA: ING. MARTHA LILIA URRUTIA VARGAS



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

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

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Aplicación de los sensores de presencia en el cálculo de iluminación
de oficinas"

que presenta el pasante: Víctor Manuel Venegas Roa
con número de cuenta: 7958444-3 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Mayo de 2001

PRESIDENTE Ing. Casildo Rodríguez Arciniega
VOCAL Ing. Francisco Gutiérrez Santos
SECRETARIO Ing. Martha Lilia Urrutía Vargas
PRIMER SUPLENTE Ing. Sergio Martín Durán Guerrero
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Pedro Guzmán Tinajero



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE**

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

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Aplicación de los sensores de presencia en el cálculo de iluminación de oficina"

que presenta el pasante: José Juárez Contreras
con número de cuenta: 7958297-5 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Mayo de 2001.

PRESIDENTE	<u>Inq. Casildo Rodriguez Arciniega</u>	
VOCAL	<u>Inq. Francisco Gutiérrez Santos</u>	
SECRETARIO	<u>Inq. Martha Lilia Urrutía Vargas</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Inq. Sergio Martín Durán Guerrero</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Inq. Pedro Guzmán Tinajero</u>	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Aplicación de los sensores de presencia en el cálculo de iluminación de oficina"

que presenta el pasante: Gerardo Clemente Noguez Soto
con número de cuenta: 7531004-6 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Mayo de 2001.

PRESIDENTE Ing. Casildo Rodriguez Arciniega

VOCAL Ing. Francisco Gutiérrez Santos

SECRETARIO Ing. Martha Lilia Urrutía Vargas

PRIMER SUPLENTE Ing. Sergio Martín Durán Guerrero

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Pedro Guzmán Tinajero

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO I. El ojo humano, 1

CAPÍTULO II. Que es la luz, 5

CAPÍTULO III. Factores necesarios para una excelente iluminación, 11

CAPÍTULO IV. Fuentes luminosas artificiales, 20

CAPÍTULO V. Luminarios, 35

CAPÍTULO VI. Proyecto de iluminación para una oficina, 44

CAPÍTULO VII. Sensores, 66

CAPÍTULO VIII. Aplicación de los sensores al proyecto de iluminación, 83

ANEXO I. Terminología, 88

ANEXO II. Niveles de iluminación, 91

CONCLUSIONES, 96

CAPÍTULO I

EL OJO HUMANO

Como todo Trabajo desarrollado requiere de un medio de apreciación y evaluación, es necesario e imprescindible. -Sobre todo en un proyecto de iluminación.- Mencionar como primer tema los aspectos esenciales de la visión así como sus principales características. Este tema se tratará someramente, sin profundizar en detalles ajenos al objetivo del presente trabajo.

I.1.- ÓRGANO RECEPTOR DE LA LUZ.

El ojo es el órgano fisiológico mediante el cual se experimentan las sensaciones de luz. Es importante aclarar que el ojo humano ve brillantez y no iluminación. Todo objeto visible tiene brillantez. En la figura 1, se representa un corte longitudinal esquemático del ojo humano en el que se puede apreciar su constitución anatómica.

EL OJO HUMANO

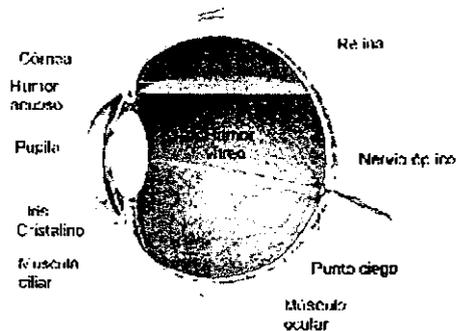


Figura 1.- Constitución anatómica del ojo humano.

I.2.- PARTES DEL OJO

PÁRPADO.- Membrana que protege al ojo, además de regular la cantidad de luz que percibe y lubricar permanentemente la *cornea*.

CORNEA.- Membrana transparente, dura y gruesa, que cubre el globo del ojo por la parte anterior formando parte del sistema refractor.

IRIS.- Es la parte del ojo que al funcionar como un diafragma, regula la cantidad de luz que penetra en el ojo.

PUPILA.- Es una abertura en el centro del *iris* por la cual pasa la luz, su tamaño está regulado por los movimientos involuntarios del iris.

CRISTALINO.- Cuerpo biconvexo que actúa como lente del ojo, tiene la propiedad de variar su curvatura para enfocar objetos distantes ó cercanos. Este ajuste lo efectúan los *músculos ciliares*.

MÚSCULOS CILIARES.- Son músculos de forma circular que ajustan la tensión en el lente cambiando su curvatura para afocar objetos cercanos ó distantes.

RETINA.- Es la parte interna del ojo que es sensible a la luz y está formada por una serie de ramificaciones nerviosas que se conectan al nervio óptico. Estas ramificaciones terminan en los conos y los bastones.

CONOS.- Son los sensores que detallan los objetos finos y perciben el color, siendo insensibles en bajos niveles de iluminación. Su mayor concentración está en la *fovea* donde se encuentran solamente conos y es donde se forma la imagen que va a ser analizada en detalle.

BASTONES.- Son los sensores sensibles a bajos niveles de iluminación pero no distinguen perfectamente los colores, se podría decir que se ve con ellos en blanco y negro, nos sirven para ver el conjunto de personas u objetos que se encuentran a nuestro alrededor, es decir, gracias a ellos es que tenemos también visión periférica.

PUNTO CIEGO.- Es el punto en el cual se une la retina al nervio óptico, en este punto no existen terminales sensibles.

I.3.- PROCESO DE LA VISIÓN.

El ojo humano es constantemente comparado con una cámara fotográfica ya que el principio de funcionamiento de la cámara es muy similar al proceso de visión del ojo humano.

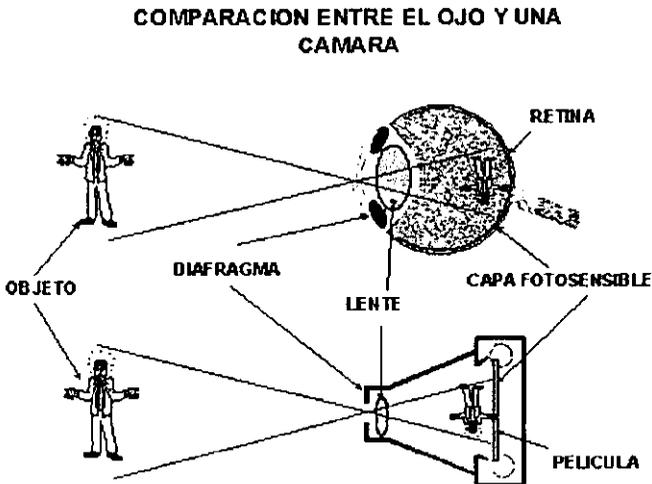


Figura 2.- Comparación entre el ojo y la cámara

El ojo es esencialmente un aparato que recoge y enfoca la luz, ésta entra por la *CORNEA* en cuya superficie tiene lugar la mayor parte de la refracción; atraviesa luego una región que contiene el *HUMOR ACUOSO*, pasa por la *PUPILA* hasta llegar al *IRIS* y luego por el *CRISTALINO*, constituido por varias capas de tejido transparente; en el resto de su trayectoria encuentra un espacio que contiene el *HUMOR VITREO* de consistencia gelatinosa, además de un mosaico de terminaciones nerviosas, *BASTONCITOS Y CONOS*, que forman la *RETINA*, que es la parte del ojo sensible a la luz.

La mayoría de los *CONOS* están agrupados en una área cerca del centro de la *RETINA* (fovea-foco), donde los rayos luminosos enfocados por el *CRISTALINO* forman una imagen. Este es el mismo principio sobre el que se apoya la cámara fotográfica. Su agrupamiento se hace menos denso a medida que aumenta la distancia a la *FOVEA*. Su fina disposición en mosaico permite que se forme una imagen clara y nítida del objeto que se está visualizando, esta imagen es transmitida al cerebro a través del *NERVIO OPTICO*.

Los *CONOS* nos permiten leer, inspeccionar objetos cercanos, distinguir colores y hacer comparaciones visuales precisas.

La concentración de los *CONOS* disminuye a medida que se aumenta la distancia a la *FOVEA*, Esto significa que fuera de la pequeña abertura del pequeño ángulo visual dominada por los *CONOS*, la claridad y agudeza visual disminuyen rápidamente. En la realidad, el tamaño del campo visual en el que predomina la acción de los conos es aproximadamente de 8 mm, a la distancia normal de lectura.

Los *BASTONES*, están mucho menos densos que los *CONOS* y están dispersos sobre toda la superficie interna del globo ocular. Son mucho mas sensibles a la luz que los *CONOS*, pero por su tosca disposición en mosaico no producen una imagen finamente enfocada. A ellos les corresponde toda la visión fuera del área del tamaño de una moneda de 5 centavos sobre la página, su papel es tan importante que en algunos países una persona con una visión defectuosa de los *BASTONES*, está legalmente considerada ciega, aunque pueda leer, emplear herramientas y distinguir los colores. La mayoría de las personas ignoran la importancia de la visión de los *BASTONES* en detrimento del proyecto de iluminación.

Resumiendo, un proyecto de iluminación debe suministrar una iluminación suficiente para la visión con *CONOS*, pero debe guardar un equilibrio adecuado de brillantez en todo el campo visual, esto es, incluyendo a los *BASTONES*.

I.4. SENSIBILIDAD DEL OJO HUMANO

El ojo humano tiene su mayor sensibilidad para tonalidades comprendidas en las longitudes de onda de 5500 Å en intensidades de iluminación alta, la que recibe el nombre de visión diurna. Para intensidades de iluminación baja, la sensibilidad del ojo humano tiene su máxima eficiencia a 5070 Å y se conoce como visión nocturna. Ver figura 3.

CURVA DE SENSIBILIDAD DEL OJO

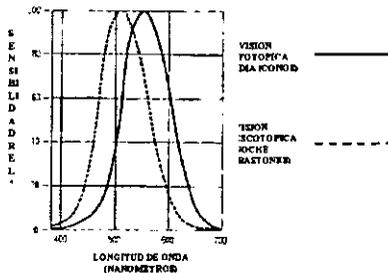


Figura 3.- Curva de sensibilidad del ojo humano a las radiaciones monocromáticas

CAPÍTULO II

¿QUÉ ES LA LUZ ?

A lo largo de toda la historia de la ciencia, la respuesta a esta pregunta ha sido en extremo engañosa. Su larga búsqueda proporciona un ejemplo inspirador acerca del procedimiento científico en la resolución de un problema. Todas las hipótesis planteadas para explicar la naturaleza de la luz fueron verificadas tanto por la lógica como por la experimentación.

Para poder llegar a una definición de la luz han pasado muchos siglos de estudio, teniendo así las teorías siguientes:

TEORÍA CORPUSCULAR. (Isaac Newton 1642-1727)

" Un cuerpo luminoso emite partículas o corpúsculos dotados de gran velocidad y son lanzadas al espacio en línea recta en todas direcciones."

TEORÍA ONDULATORIA. (Christian Huygens 1629-1695)

" La luz en forma de impulsos longitudinales se propaga a través de un medio denominado Éter Luminífero, situación similar al desplazamiento de ondas en el agua (transmisión de energía mecánica) "

TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA (Jacob C. Maxwell 1831-1879)

Define la luz como una radiación electromagnética que se propaga a gran velocidad con una dirección de propagación perpendicular a los campos eléctrico y magnético que también son perpendiculares entre sí. A las ondas electromagnéticas también se les llama radiación electromagnética.

TEORÍA CUANTICA (Max Plank 1858-1947, Albert Einstein 1879-1955)

Se establece que la emisión de la luz en forma de radiación es discontinua, propagándose en forma de "paquetes" o "cuantos " que contienen una cantidad de energía que es proporcional a la frecuencia de su radiación. Estas partículas o "cuantos ", llamados fotones, se propagan en el vacío a la velocidad de la luz, estos contienen masa, impulso y energía, es decir todas las características de una partícula.

El concepto más generalizado sobre la naturaleza de la luz consiste en que ésta es emitida en forma de cuantos o fotones, y su propagación es en forma de ondas electromagnéticas.

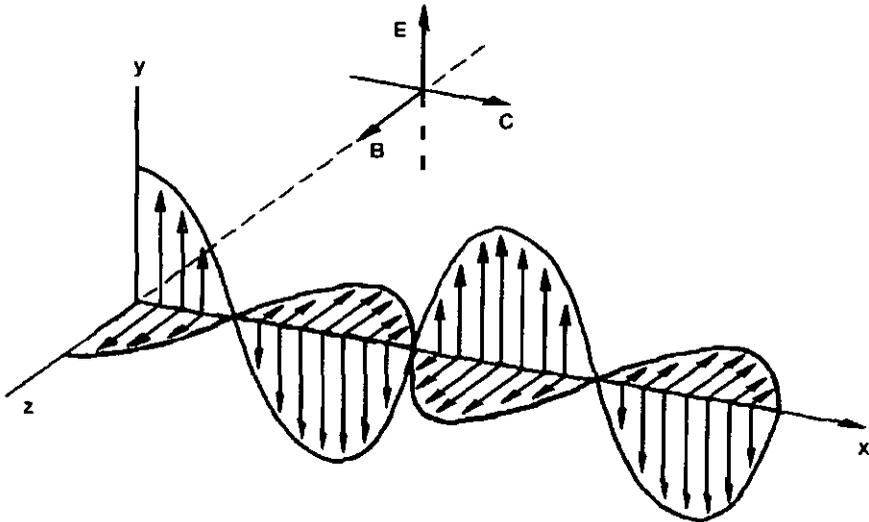


Figura 4.- Propagación de la Luz

La luz se puede definir como la radiación electromagnética que el ojo humano percibe. Esta radiación está entre las longitudes de onda de aproximadamente 380 y 780 nm. No existen límites precisos para el rango espectral de una radiación visible, esto depende de la medida de potencia radiada que llega a la retina, así como, de la sensibilidad del ojo del observador.

Para percibir la luz, el ojo humano contiene dos tipos de receptores sensibles a la luz:

Los Conos y los Bastones

Los conos nos habilitan para ver el color "Visión de la luz de día", con máxima sensibilidad para la luz en el rango verde – amarillo del espectro, a una longitud de onda de $\lambda = 555 \text{ nm}$ [curva del tiempo del día $V(\lambda)$].

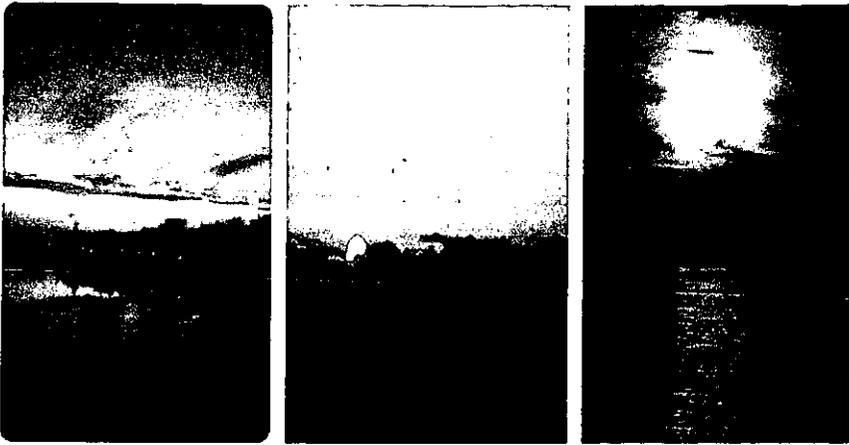


Figura 5. -Visión diurna, "Escotópica"

Los altamente sensibles bastones nos habilitan para ver en blanco y negro "visión nocturna", con una máxima sensibilidad a la luz en el rango del espectro verde a una longitud de onda de $\lambda = 507 \text{ nm}$ [curva del tiempo de noche $V'(\lambda)$.]

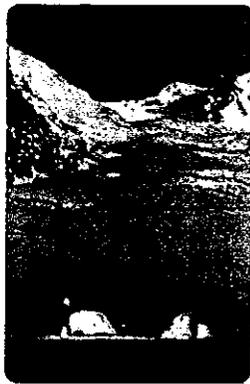


Figura 6. - Visión nocturna Fotopica

Para ver en principio, el humano hace uso de la radiación electromagnética en solo una pequeña banda de longitud de onda entre 380 y 780 nm. Esta banda es llamada *LUZ VISIBLE*. En el curso de la evolución nuestros ojos se han adaptado específicamente a la banda de longitud de onda del espectro solar, la cual penetra la atmósfera de la tierra en cantidad suficiente y con una cierta consistencia.

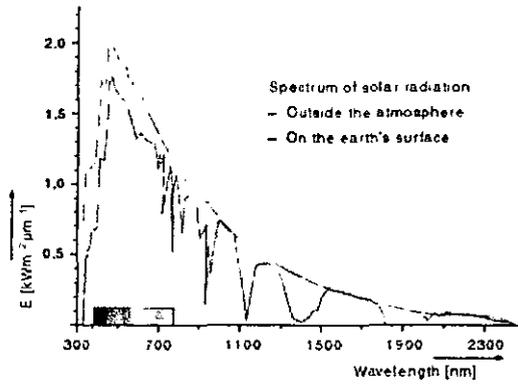


Figura 7. - Espectro de Radiación Solar

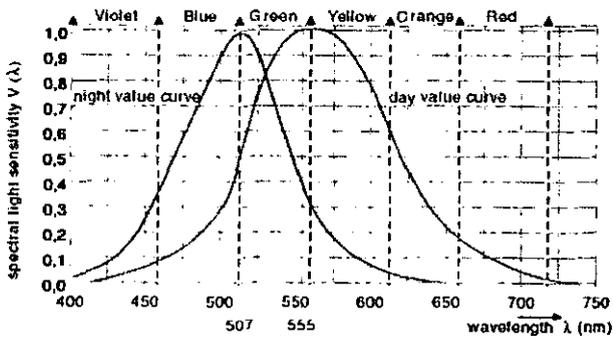


Figura 8. -Curvas de la eficiencia del espectro visible $V(\lambda)$ y $V'(\lambda)$ para el ojo humano

Se sabe actualmente que el intervalo de frecuencias del espectro electromagnético es muy grande. En la fig. 9 se presenta un esquema de este espectro. La longitud de onda λ de la radiación de onda electromagnética está relacionada con su frecuencia f por la ecuación general:

$$c = f\lambda$$

Donde c es la velocidad de la luz. En términos de longitudes de onda, el segmento reducido del espectro electromagnético que se refiere a la región visible que está comprendido entre 0.00004 y 0.00007 cm.

Debido a que las longitudes de onda de la radiación lumínica son pequeñas, es conveniente definir una unidad de medida menor. La unidad en el **SI** es el **nanómetro** (nm)

Un **nanómetro** (1 nm) es la billonésima parte de un metro

Y el **angstrom** (Å), que es 0.01 nm

La región visible del espectro electromagnético se extiende desde 4000 Å para la luz violeta hasta aproximadamente 7000 Å para la luz roja.

La luz, por comportarse como todos los movimientos ondulatorios, se sujeta a los fenómenos de refracción, difracción y reflexión que son bases en el diseño de control de luz.

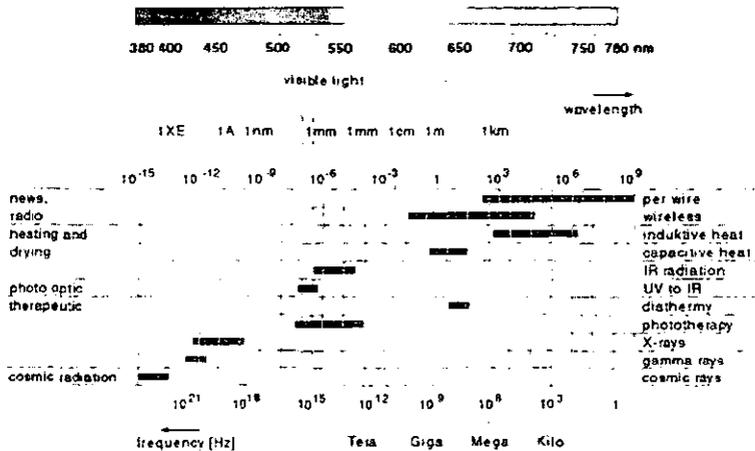


Figura 9.- Espectro completo de la radiación electromagnética y de la luz visible

A continuación se describen las longitudes de onda más importantes para el ser humano:

TABLA 1

Descripción	Rango de la longitud de onda.
Radiación ultravioleta – C (UV-C)	100 – 280 nm
Radiación ultravioleta – B (UV-B)	280 – 315 nm
Radiación ultravioleta – A (UV-A)	315 – 380 nm
Luz visible	380 – 780 nm
Infrarrojos A (IR-A)	780nm – 1.4 μ m
Infrarrojos B (IR-B)	1.4 – 3 μ m
Infrarrojos C (IR-C)	3 μ m – 1 mm

CAPÍTULO III

FACTORES NECESARIOS PARA UNA EXCELENTE ILUMINACIÓN

Sin luz no hay visión, pues el ojo no puede transmitir a nuestro cerebro ninguna información de todo cuanto nos rodea si no existiese luz. Los principales factores que debemos tomar en cuenta para lograr un ambiente con mayor sensación de seguridad, sencillez y confort para nuestro aparato visual, sin necesidad de forzarlo, son los siguientes:

- ILUMINACIÓN
- CONTRASTE
- SOMBRAS
- DESLUMBRAMIENTO
- AMBIENTE CROMÁTICO

Para lograr una excelente iluminación es imprescindible lograr un perfecto equilibrio entre cada uno de estos factores.

III.1.- ILUMINACIÓN.

La capacidad visual para desarrollar cualquier tarea depende de la iluminación del lugar donde la estemos desempeñando. Esta a su vez, afecta el estado de ánimo de las personas, ya que un lugar mal iluminado puede originar; accidentes de trabajo, baja eficiencia en el desempeño de cualquier actividad, inseguridad y en general incomodidad a permanecer ahí.

Siempre que se habla de iluminación debemos referirnos a dos características inherentes de la misma:

CALIDAD DE ILUMINACIÓN.

Se define como la distribución de la brillantez en el medio ambiente. Ésta se ve afectada por; el color de la luz, su dirección, difusión, grado de deslumbramiento, color y acabados de los interiores del local, muebles, etc.

CANTIDAD DE ILUMINACIÓN.

Es la cantidad de luz que producirá brillantez en el entorno visual y sus alrededores. Ésta característica depende de la actividad preponderante del lugar a iluminar. Cada actividad requiere una determinada iluminación nominal que debe existir como valor medio en la zona

en que se desarrolla la misma. Este valor para una determinada actividad está en función de una serie de factores como son:

- Tamaño de los detalles a captar.
- Distancia entre el ojo y el objeto observado.
- Factor de reflexión del objeto observado.
- Contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que se destaca.
- Tiempo empleado en la observación.
- Rapidez de movimiento del objeto.

Cada uno de estos factores son independientes entre sí, es decir que un sistema de iluminación puede tener cantidad de luz, pero carecer de calidad de iluminación o viceversa. Un buen proyecto de iluminación contempla ampliamente estas dos características.

Mientras nos sea más difícil apreciar detalles de los objetos en nuestro entorno, mayor debe ser la cantidad de iluminación que se requiera. La dificultad para poder observar a detalle los objetos, sobre todo pequeños, se acentúa mucho más en las personas de edad avanzada. Por tal motivo se requiere un mayor nivel de iluminación en los lugares donde estas personas realizan tareas específicas.

III.2.- CONTRASTE.

El ojo solo aprecia diferencias de *luminancia*. La diferencia de *luminancia* entre el objeto que se observa y su espacio inmediato es lo que se conoce como *contraste*. Los trabajos que requieran gran agudeza visual precisan de un gran contraste.

Combinando bien los grados de reflexión de las superficies en un determinado entorno, se obtiene una disminución armónica de la *luminancia*, produciéndose al mismo tiempo un contraste fácil de distinguir.

Las mejores condiciones visuales se consiguen cuando el contraste de *luminancia* entre el objeto visual y las superficies circundantes se encuentran dentro de unos límites determinados.

La relación de *luminancias* en el campo visual no debe ser menor de 1:3 ni mayor de 3:1. También existe un *contraste* de colores. En la Tabla siguiente se muestran algunos de estos contrastes.

TABLA 2

COLOR DEL OBJETO	COLOR DE FONDO
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azúl	Blanco
Blanco	Azúl
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde
Blanco	Negro

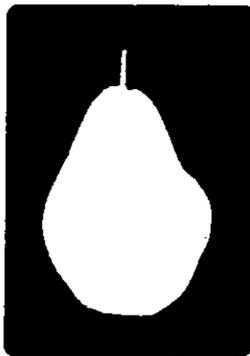


Figura 10.- Contraste

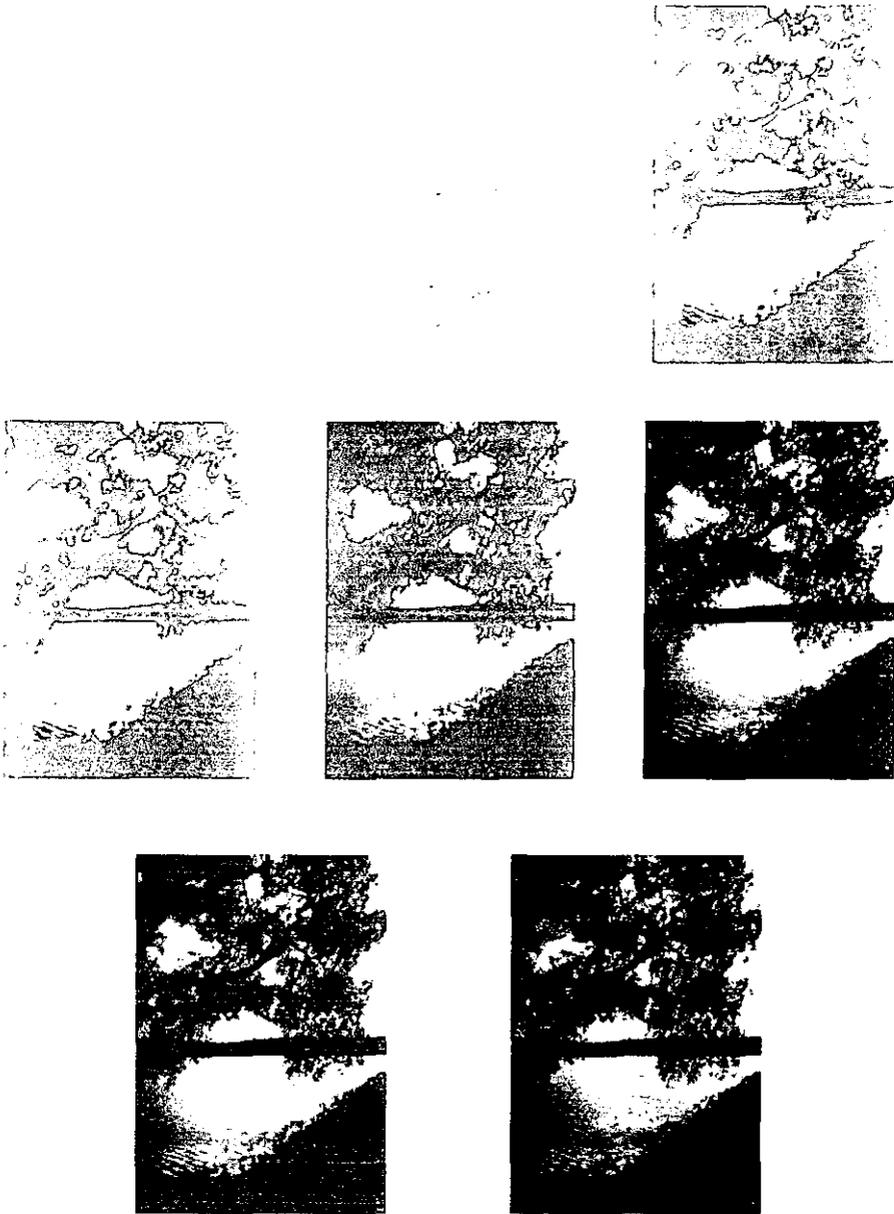


Figura 11.- Efecto de la variación de la intensidad luminosa

Al variar la intensidad luminosa que incide sobre un objeto se nota una variación del contraste, es decir, casi no se distingue un objeto cuando hay demasiada luminancia incidiendo sobre él, si disminuimos el nivel de luminancia se llegará a un punto de equilibrio, donde podremos distinguir las características del objeto, teniendo un buen contraste.

III.3.- SOMBRAS.

El hecho de que nosotros podamos ver las cosas en relieve, es decir unas cosas mas cerca que otras, se debe a que contamos con dos ojos. Ello se debe a que en cada ojo se forma una imagen ligeramente distinta y, al ajustarse las dos en el cerebro, dan la sensación de relieve.

Pero además, para que esto suceda, es preciso que algunas zonas del objeto observado estén más iluminadas que otras. A las zonas menos iluminadas se les conoce como sombras y estas suelen destacar las formas plásticas de los objetos.

Las sombras son el resultado de una diferencia de *luminancia* respecto a zonas más iluminadas. Se distinguen dos clases de sombras: fuertes y suaves.

Sombras fuertes son las que resultan de iluminar un objeto con luz directa e intensa desde un punto más o menos alejado, y se caracterizan por su profunda oscuridad y dureza, con alto efecto de relieve.

Las sombras suaves son las que resultan de iluminar un objeto con luz difusa y se caracterizan por su suavidad y menor efecto de relieve.

III.4.- DESLUMBRAMIENTO.

Es un fenómeno de la visión que produce molestia o disminución en la capacidad para distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de *luminancias*, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Los efectos que origina el deslumbramiento pueden ser de tipo psicológico (molesto) o de tipo fisiológico (perturbador).

En cuanto a la forma de producirse puede ser *DIRECTO*, y se presenta cuando se enfoca directamente a la fuente de luz, ya sea natural o artificial, o *REFLEJADO* por superficies de gran reflectancia, especialmente superficies como las del metal con acabado pulido, cromado, etc.

Los principales factores que intervienen en el deslumbramiento son los siguientes:

La luminancia de la fuente de luz o de las superficies iluminadas. A mayor *luminancia* corresponde mayor deslumbramiento, siendo el valor máximo tolerable para la visión directa de 7500 cd/m^2

Un área grande de baja luminancia. Como un panel luminoso, o varias lámparas en conjunto, cada una de ellas con baja luminancia, puede producir el mismo efecto que una sola fuente de pequeñas dimensiones con mayor *luminancia*.

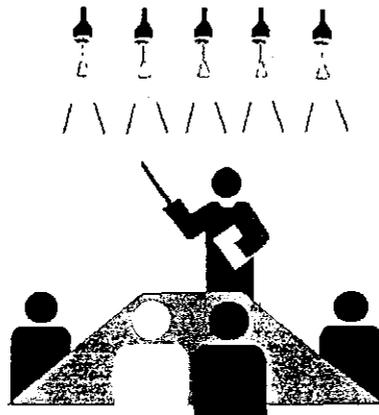


Figura 12.- Deslumbramiento producido por grandes superficies luminosas

La ubicación de la fuente luminosa. también es muy importante, mientras más lejos se encuentre la fuente luminosa del plano de trabajo, menor será el deslumbramiento. Cuando la ubicación de las lámparas es perpendicular a la dirección de la mirada del observador, se incrementa el deslumbramiento. Se deben ubicar las fuentes luminosas fuera de la zona ofensiva, siendo ésta la que ocupa un luminario que se encuentra en el techo frente al observador, con un ángulo de incidencia menor a los 45 grados. Lo correcto es que la luz incida lateralmente.

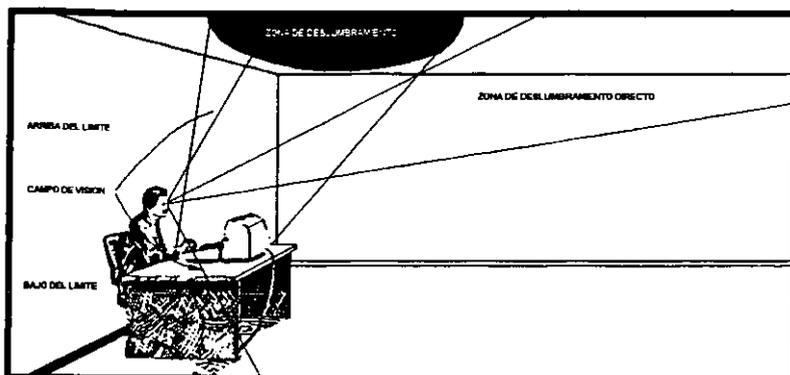


Figura 13.- Zona ofensiva de deslumbramiento reflejado.

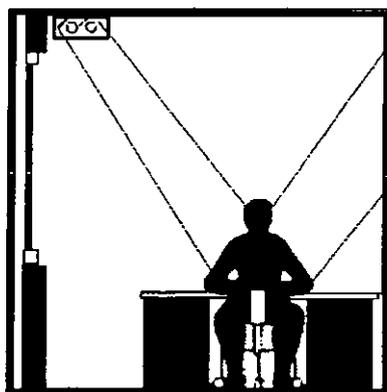


Figura14. – Ubicación de los luminarios para evitar el deslumbramiento reflejado

Contraste entre la luminancia de la fuente de luz y la de su entorno. A mayor contraste, mayor deslumbramiento. A continuación se detallan las relaciones máximas admisibles de luminancia.

TABLA No. 3

ENTRE LA TAREA VISUAL Y LA SUPERFICIE DE TRABAJO	3 : 1
ENTRE LA TAREA VISUAL Y EL ESPACIO CIRCUNDANTE	10 : 1
ENTRE LA FUENTE DE LUZ Y EL FONDO	4 : 1

Tiempo de exposición. Una luminancia de valor bajo puede producir deslumbramiento, si el tiempo de exposición es prolongado.

III.5.- AMBIENTE CROMÁTICO. El color de la luz y los colores sólidos existentes en el espacio que nos circunda facilitan el reconocimiento de todo cuando nos rodea. Los efectos psicofísicos que producen se definen como ambiente cromático.

El ambiente cromático tiene gran influencia en el estado de ánimo de las personas, por lo que, en la iluminación de un recinto, local o habitación; las intensidades de iluminación, el color de la luz, su producción cromática y los colores de las superficies interiores, deben estar perfectamente armonizados y adaptados a la función visual o trabajo a desarrollar.

Como indicación general, si las intensidades de iluminación son bajas, los colores apropiados deben ser cálidos; y si son mayores, deben ser mas claros.



Figura15.- La cromaticidad nos permite realzar los colores y hacerlos agradables a la vista.

CAPÍTULO IV

FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES.

IV.1.- GENERALIDADES

En la actualidad la luz artificial realiza un papel muy importante en la vida cotidiana, debido a que sin ella sería imposible realizar una serie de actividades nocturnas y muchas otras durante el día. Es por esto que la luz artificial no solo debe asociarse con el confort que proporciona a interiores, sino también se deben de contar con vías de comunicación bien iluminadas, además de otras necesidades de iluminación.

Una fuente luminosa es todo aquel elemento o cuerpo que emite radiaciones visibles por el ojo humano, es decir que produce luz.

Las fuentes luminosas las clasificamos en términos generales en:

- Naturales
- Artificiales.

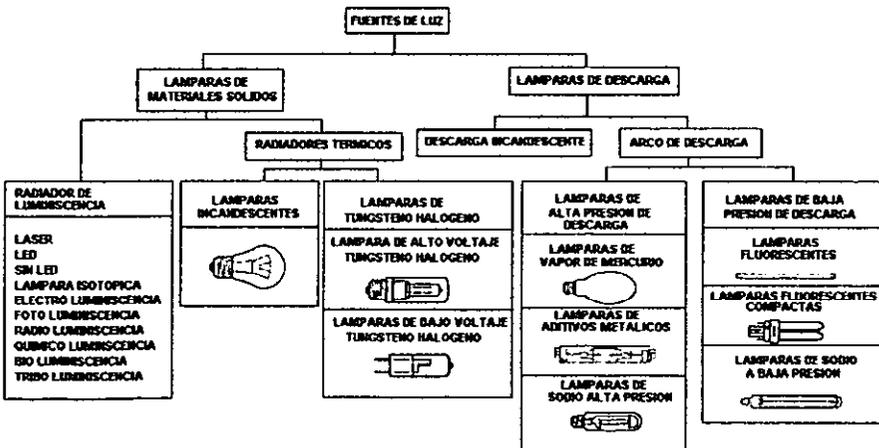


Figura 16.- Clasificación de Fuentes de Luz

La fuente natural más importante es el sol y como fuentes artificiales conocemos las lámparas eléctricas.

Entre las lámparas eléctricas podemos hacer una clasificación general de acuerdo al principio de funcionamiento y son:

- **Incandescentes**
- **De descarga eléctrica.**

IV.2.-LÁMPARAS INCANDESCENTES.

La lámpara incandescente se compone de un filamento de alambre (generalmente de Tungsteno) que va colocado en un montaje adecuado y encerrado en un bombillo o foco de vidrio relleno de gas o al vacío. Al conectarse la lámpara a un circuito eléctrico, la corriente que pasa por el alambre del filamento tiene que superar su resistencia y la energía consumida calienta el filamento al punto de incandescencia, haciéndolo que destelle. A medida que la temperatura de funcionamiento del filamento aumenta, la emisión luminosa y la eficacia se incrementan.

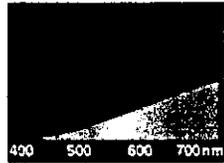


Figura 17.- Lámpara Incandescente típica

Las lámparas incandescentes emiten únicamente un porcentaje pequeño de la energía total proveniente del filamento (aproximadamente 7%). La mayor porción de la energía es infrarroja (calor), con una cantidad muy pequeña producida en la región ultravioleta.

Todas las lámparas menores a 40 vatios suelen ser del tipo al vacío, las restantes son rellenas de gas (una combinación de Argón-Nitrógeno) en proporción al voltaje de la lámpara.

Los principales inconvenientes de la lámpara incandescente son:

- Vida corta, aproximadamente 750 a 1000 hrs.
- Baja eficacia, aproximadamente 17 %

A pesar de esto, hay ventajas que justifican su uso, como son:

- ❖ Bajo costo inicial
- ❖ Trabajan eficientemente cualquiera que sea la temperatura de operación
- ❖ No necesitan accesorios de arranque o reactores
- ❖ Excelente definición de colores en la mayor parte de las aplicaciones ópticas
- ❖ Flujo luminoso fácilmente controlable
- ❖ Tamaño compacto
- ❖ Diversidad de configuraciones de los bombillos
- ❖ Opera indistintamente con corriente alterna o continua
- ❖ Alto índice de rendimiento en color (CRI)
- ❖ Muy fácil reemplazo

IV.3.- LÁMPARAS DE DESCARGA ELÉCTRICA

Este tipo de lámparas utilizan el fenómeno de la luminiscencia para producir radiaciones electromagnéticas perceptibles por el ojo humano.

Las lámparas de descarga se clasifican en:

- **Fluorescentes**
- **Alta Intensidad de Descarga (HID)**

IV.3.1.- LÁMPARAS FLUORESCENTES.

El éxito del alumbrado fluorescente ha sido espectacular casi desde su descubrimiento en 1938. Este nuevo tipo de alumbrado no produce luz desde un solo centro o núcleo luminoso, sino que la irradia suave y difusamente por toda la extensión de sus tubos sin producir resplandores ni sombras acentuadas.

La lámpara fluorescente es una fuente luminosa de descarga en vapor de Mercurio de baja presión. En este tipo de lámparas; la radiación ultravioleta generada por la descarga, activa un revestimiento de material fluorescente (Fósforo), que cubre la superficie interna del tubo de vidrio. El Fósforo tiene la propiedad de convertir la longitud de onda de la luz ultravioleta (invisible) en longitudes de onda dentro del espectro visible (luz).

Esencialmente, la lámpara es un bombillo tubular revestido que contiene una pequeña cantidad de Mercurio y un gas inerte que puede ser Argón, Criptón o Neón. Hay un electrodo especialmente tratado, denominado "cátodo incandescente", consistente en un filamento de Tungsteno revestido de óxidos en cada extremo de la lámpara, al calentarse por el paso de la corriente eléctrica, se liberan electrones del material emisor con el cual están revestidos.

Además de los electrones liberados térmicamente, hay también electrones desprendidos por la diferencia de potencial entre los electrodos. Esos electrones viajan a altas velocidades desde un electrodo hasta el otro, estableciendo una descarga eléctrica o arco a través del vapor de mercurio. La lámpara se calienta rápidamente, aumentando la presión de vapor de mercurio al valor de máxima eficiencia. Un arco de esa naturaleza, encerrado en un tubo de vidrio, tiene ciertas características que varían con la presión del gas y con el voltaje aplicado a los electrodos.

El choque entre los electrones de rápido movimiento desprendidos de los electrodos y los átomos de mercurio, desprenden los electrones de los átomos de mercurio de su órbita. Esos electrones desplazados casi inmediatamente regresan a su posición original, y al hacerlo liberan la energía que han absorbido, en forma de radiación ultravioleta a una longitud de onda de 253.7 nm. La radiación ultravioleta es convertida en luz visible por los Fósforos que recubren internamente los tubos, estos Fósforos, tienen la propiedad de absorber la energía ultravioleta y de volverla a irradiar a longitudes de onda mayores que se puedan observar como luz visible.

La cromaticidad de la luz producida es una consecuencia de las características especiales de los polvos fluorescentes para cada lámpara en particular, así, una lámpara "*Luz de Día*", hará resaltar los colores azules, opacando los rojos; una lámpara "*Blanco Frío*", resaltará los colores naranja, amarillo y verde y opacará los colores azul y rojo; una Lámpara "*Blanco Cálido*", hará que se vean más vivos los colores rojos y que los azules se vean grisáceos. Para lograr una respuesta de color uniforme a lo largo de todo el espectro, se ha desarrollado el "*Color Natural*"; con el cual se tiene la mejor respuesta de color, es decir, toda la gama de colores se observa con igual intensidad.

Entre las principales ventajas de ésta lámpara podemos citar:

- ❖ Tres veces más luz por watt de energía consumida conservando su brillo más tiempo.
- ❖ Mayor duración comparada con la lámpara incandescente (7 veces mas)
- ❖ Mayor cantidad de luz visible y menor calor radiante que la lámpara incandescente
- ❖ Mayor variedad de matices cromáticos para fines decorativos
- ❖ Rendimiento luminoso elevado (aproximadamente 96 lm/W)

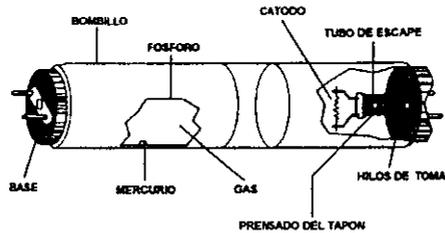


Figura 18.- Partes principales de una lámpara fluorescente

Los principales inconvenientes de ésta lámpara son:

- ❖ Su gran tamaño físico en relación con su potencia en Watts.
- ❖ La necesidad de un reactor que le proporcione una corriente y una tensión de operación
- ❖ Una gran reducción de su flujo luminoso a bajas temperaturas

Las lámparas fluorescentes se utilizan primordialmente en oficinas, despachos, escuelas, ascensores, bibliotecas, tiendas comerciales, etc., debido a que proporcionan una buena iluminación y que emiten poco calor, haciendo que sean agradables a la vista y de gran confort.

IV.3.2.- LÁMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID)

Las clases más comunes de fuentes de luz de Alta Intensidad de Descarga, HID por sus siglas en inglés, son:

- ❖ Lámpara de vapor de mercurio en alta presión (VMAP)
- ❖ Lámpara de vapor de aditivos metálicos (VAM)
- ❖ Lámpara de vapor de sodio en alta presión (VSAP)

Generalmente este tipo de lámparas están construidas con dos bulbos o bombillos. Uno interior donde se genera el arco, conocido como tubo de descarga y otro exterior que contiene un gas inerte o una mezcla de ellos. La energía radiante que emite cada tipo de lámpara es de una longitud de onda determinada. Estas lámparas requieren de un balastro que regule la corriente en el tubo de descarga y que proporcione una tensión de sostenimiento del arco para que la lámpara no se apague. Las lámparas estándar de VAM, de grandes potencias utilizan un electrodo de arranque para iniciar el arco, pero las de potencias menores y todas las de VSAP usan un ignitor que genera un pulso de alto voltaje para el encendido, por lo que no tienen electrodos de arranque.

El encendido en estas lámparas también es muy especial; no es posible encender una lámpara HID fría y producir al instante los lúmenes nominales. Como ya lo mencionamos todas las lámparas de HID emplean una mezcla de gases y metales en el tubo de arco, cuando la lámpara se energiza, la temperatura y la presión se incrementan gradualmente produciendo un vapor metálico a través del cual se establece la descarga eléctrica. El encendido dura unos cuantos segundos pero el período del calentamiento hasta la estabilización puede durar de 2 a 10 minutos, dependiendo del tipo de lámpara, tiempo durante el cual se presentan diferentes temperaturas de color. La vida de las lámparas de HID depende de; el tipo de lámpara, de su potencia, de la posición de operación, de los períodos de encendido-apagado, de la calidad del suministro eléctrico y del tipo de balastro. Varía dentro de un rango muy amplio, desde 3,000 hrs. en las lámparas de VAM de 1500 W, hasta 24,000 hrs. o más en las lámparas de VSAP.

Hay una consideración muy particular en las lámparas de HID y es que están diseñadas para operar en una posición específica: horizontal (H), vertical base arriba (BU), vertical base abajo (BD), y vertical base arriba / base abajo (BU/BD). Si las lámparas se operan en posición inadecuada, su vida y los lúmenes se reducen notablemente. Las lámparas de VSAP son casi siempre de posición universal (U).

IV.3.2.a.- LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

La primera lámpara de vapor de mercurio de uso práctico fue construida por Peter Cooper Hewitt en el año de 1901. Era de forma tubular y medía 1.22 mts. de largo. Producía una luz de color característico verde-azulado de gran eficacia, en comparación con las lámparas incandescentes de aquellos días. La primera lámpara de vapor de mercurio de alta presión, similar a las usadas en la actualidad, hizo su aparición en el año de 1934 en la potencia de 400 Watts.

La potencia de las lámparas actuales fluctúa entre 40 y 1000 Watts, y sus eficacias entre 44 y 63 lúmenes por Watt. Se necesita un balastro de tamaño y tipo adecuado para ajustar el voltaje de distribución del circuito de alumbrado al voltaje que requiere para encender y controlar la corriente durante su funcionamiento. Este control de corriente es necesario debido a que la lámpara de vapor de

mercurio, como todas las fuentes de luz de descarga, tiene la característica de "resistencia negativa": Una vez encendida, el arco se "desboca" tomando excesiva corriente la cual destruiría la lámpara si no se controlara por medio de un balastro.

Cuando se conecta el interruptor de la línea de alimentación, el voltaje de arranque del balastro es aplicado a través del espacio existente entre los electrodos de operación situados en los extremos opuestos del tubo del arco y también a través del pequeño espacio entre el electrodo de operación y el de arranque. Lo anterior ioniza el gas argón en el espacio existente entre el electrodo de arranque y operación, pero la corriente es limitada a un valor pequeño, gracias al resistor de arranque. Cuando hay suficiente argón ionizado y vapor de mercurio, distribuidos ambos a lo largo del tubo de arco, se establece una descarga entre los electrodos de operación. Esto vaporiza más mercurio, calentándose rápidamente la lámpara, hasta alcanzar una condición estable. Después de formarse el arco principal, el resistor de arranque provoca que el potencial, a través del espacio de encendido, se mantenga muy bajo para mantener esta descarga, estableciéndose así, el flujo de descarga entre los electrodos de operación.

Los iones y electrones que componen el flujo de corriente (descarga del arco), se ponen en movimiento a velocidades fantásticas a lo largo del trayecto existente entre los dos electrodos de operación situados en los extremos opuestos del tubo de arco. El impacto producido por los electrones y los iones que viajan a enorme velocidad por el gas o vapor circundante, cambian ligeramente su estructura atómica. La luz se produce de la energía emitida por los átomos afectados, a medida que vuelven nuevamente a su estructura normal.

IV.3.2.a1.- CONSTRUCCIÓN DE LA LÁMPARA.

En la figura 19.- se muestra las partes básicas de la lámpara de *Vapor de Mercurio*. A pesar de que existen muchos tamaños y formas, los tipos más comúnmente usados están contruidos a base de dos bulbos (bombillas), uno exterior, a manera de cubierta, y otro interior, que es el tubo de arco fabricado de Cuarzo, el cual contiene el arco propiamente dicho, vapor de Mercurio, los electrodos y una pequeña cantidad de gas Argón. El bulbo exterior lleno comúnmente de nitrógeno, sirve para proteger al tubo de arco contra el deterioro y la corrosión atmosférica. También regula la temperatura de funcionamiento del tubo de arco y actúa como filtro para absorber la radiación ultravioleta.

LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO



Figura 19.- Lámpara de Vapor de Mercurio.

IV.3.2.b.- LÁMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS.

Es la fuente de luz blanca más eficiente disponible hoy en día. Además, incorpora todas las características deseables de otras fuentes luminosas: Alta eficacia, vida razonablemente económica, excepcional rendimiento de color y buen mantenimiento de lúmenes.

Físicamente, 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, difiere considerablemente de ésta última. En la actualidad esta lámpara se encuentra disponible en potencias de 175 a 1500 Watts, con emisiones desde 14,000 a 155,000 lúmenes.

IV.3.2.b1.-CONSTRUCCIÓN DE LA LÁMPARA

Tiene un tubo de descarga de Cuarzo, ligeramente menor que el correspondiente a una lámpara de vapor de Mercurio de la misma potencia. El tubo de arco contiene gas Argón y Mercurio, además yoduros de Torio, Sodio y Escandio. Estos tres materiales son los responsables del excelente comportamiento de esta extraordinaria fuente luminosa. Los extremos del tubo de descarga tienen una pantalla térmica (revestimiento), cuya función es controlar la temperatura en estas áreas durante la operación.

La lámpara de aditivos metálicos se fabrica con un montaje para tubo de arco en dos secciones, esta división es necesaria debido a la alta actividad electroquímica del sistema de aditivos, debido a la cual se requiere el máximo aislamiento de las partes metálicas del tubo de arco. El montaje de tubo de descarga incluye soportes en el cuello y domo, lo que proporciona un montaje muy durable y resistente, adecuado para el servicio rudo y la vibración. El bimetalo debe permanecer cerrado durante la operación de la lámpara, para evitar un corto circuito entre el electrodo de arranque y el electrodo de operación adyacente, con esto se evita, además una caída de tensión entre el electrodo de arranque y el electrodo de operación, eliminando así la falla por electrólisis en el sello del tubo de arco.

Algunas lámparas de aditivos metálicos usan un diodo de estado sólido y un cortacircuito bimetalo. El diodo se encuentra en serie con el cortacircuito bimetalo durante la operación de calentamiento de la lámpara. El bulbo exterior de boro silicato (vidrio duro) protege las partes internas y también absorbe la radiación ultravioleta originada en el arco. El funcionamiento de la lámpara es esencialmente independiente de la temperatura ambiente, debido a que el bulbo exterior controla la temperatura de operación del tubo de arco. Los Watts, la emisión luminosa y el color no varían apreciablemente con la temperatura. Sin embargo, la temperatura ambiente puede afectar el funcionamiento del balastro, y este a su vez afectar la operación de la lámpara.

IV.3.2.b2.- PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN.

La descarga de la lámpara de aditivos metálicos, difiere en forma significativa del sistema de Vapor de Mercurio. Los yoduros aditivos, en el sistema de aditivos metálicos, tienen el punto de ebullición considerablemente más alto que las paredes del tubo de arco; por lo tanto, algunos de los materiales permanecen condensados en estado sólido.

Las cantidades de yoduros metálicos vaporizados se rigen por la temperatura del punto más frío de la superficie interior del tubo de arco. Este fenómeno, ejerce gran influencia sobre algunas características de las lámparas de aditivos metálicos.

La lámpara de aditivos metálicos, hace uso del mismo principio de arranque de las lámparas de vapor de Mercurio, pero difieren significativamente en características y requerimientos de arranque. Cuando el voltaje se aplica a la lámpara, se inicia la ionización en el espacio existente entre el electrodo de arranque y el electrodo de operación adyacente. Debido a la presencia de yoduros metálicos, en el tubo de arco, el voltaje requerido para la ionización es mucho más alto en la lámpara de aditivos metálicos. Cuando existe suficiente ionización se establece un flujo de electrones entre los electrodos principales.

LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS



Figura 20.- Lámpara de aditivos metálicos

Una vez establecido el arco, la lámpara empieza a calentarse, conforme la temperatura se va incrementando, los aditivos metálicos van integrándose al flujo del arco, emitiendo su radiación característica. Debido a la naturaleza del sistema de yoduros de aditivos metálicos, las exigencias básicas del balastro son más severas que las requeridas en el balastro usado en lámparas de vapor de Mercurio. Cuando la lámpara ha logrado su estabilización y los aditivos metálicos se encuentran en el arco en concentración apropiada, sus efectos se notan claramente. La emisión espectral de la lámpara tiene todas las longitudes de onda a las cuales responde el ojo humano y adicionalmente, mucha de la energía radiada se desplaza a áreas del espectro donde la lámpara de vapor de Mercurio es deficiente. debido a que todas las longitudes de onda o colores están presentes en un balance aceptable, la apariencia del color de la lámpara es blanco, dando como resultado un excelente rendimiento cromático.

La segunda ventaja de la lámpara de aditivos metálicos, en comparación con la lámpara de vapor de Mercurio, es su eficacia substancialmente mayor. En general, sobre la base de lámparas de la misma potencia, la lámpara de aditivos metálicos tiene una eficacia superior entre 74 y 103 lúmenes por watt. A pesar de que la lámpara de aditivos metálicos tiene excelente calidad de color para la mayoría de los usos; las necesidades de iluminación de interiores, en tiendas, supermercados y otras instalaciones comerciales requieren mayor rendimiento de color.

Para estos casos se recomienda otro tipo de lámpara de aditivos metálicos, la cual tiene un recubrimiento de fósforo, con el cuál se incrementa el porcentaje de rojos, naranjas, así como las longitudes de onda de los amarillos en el espectro.

IV.3.2.b3.- POSICIÓN DE OPERACIÓN.

Estas lámparas en su mayoría se fabrican en dos tipos: "Base Horizontal" (BU-HOR) y "Base abajo" (BD) para potencias de 250, 400, 1000 y 1500 Watts. Las lámparas base arriba, están diseñadas para operar en posiciones que varían de base arriba a horizontal; la lámpara base abajo de la posición base abajo hacia arriba, pero sin llegar a la horizontal.

La lámpara de 175 Watts base arriba y base abajo deberá operarse únicamente en posiciones que estén dentro de los 15 grados de vertical. Los tipos de lámparas base arriba (BU) y base abajo (BD) difieren en la localización del bimetal y del electrodo de arranque. Las lámparas de 175 y 250 Watts deberán de operarse en luminarios cerrados. Las de 400 y 1000 Watts, cuando operan en posición horizontal o dentro de los 60 grados de la horizontal, deberán instalarse en luminarios cerrados. Así mismo, la lámpara de 1500 Watts deberá operarse solamente en luminarios cerrados, independientemente de su posición de operación.

IV.3.2.b4.- EFECTO DE LA POSICIÓN DE OPERACIÓN

Los datos característicos de las lámparas de aditivos metálicos se establecen con la lámpara operada en posición vertical y horizontal; cuando es operada en otra posición diferente a la vertical, los Watts y la producción lumínica decrecen ligeramente, así como el mantenimiento de los lúmenes medios a través de las horas de vida. Las posiciones de operación que producen la menor emisión lumínica (y deberán por lo tanto evitarse) son aproximadamente entre 20 y 30 grados de la horizontal (60 - 70 de la vertical). En posiciones de operación diferentes a la vertical, el arco tiende a colocarse en la parte superior, de tal modo que producirá una distribución de temperatura no uniforme en las paredes del tubo de arco, dando como resultado una operación menos eficiente.

IV.3.2.b5.- PRODUCCIÓN LUMÍNICA Y MANTENIMIENTO.

El sistema de la lámpara de aditivos metálicos resulta químicamente complejo y requiere de un período de operación para que todos sus componentes se establezcan. Se requiere de un lapso de funcionamiento de 100 horas para que la lámpara alcance todas sus ventajas que, a la vez, son la base de sus características de comportamiento a través de sus horas de vida. Todas las especificaciones publicadas de las lámparas se basan en mediciones realizadas después de 100 horas.

La lámpara de aditivos metálicos cuenta con características excelentes en lo referente al mantenimiento de lúmenes. El decremento en producción lumínica se produce en forma muy gradual, a través de las horas de vida de la lámpara. Las tres mayores causas de éste decremento en la emisión lumínica son: el deterioro de los electrodos a medida que pasa el tiempo; la pérdida de transmisión del tubo de arco, debido al ennegrecimiento y el cambio en el balance químico de los aditivos metálicos. El mantenimiento de los lúmenes es mejor cuando la lámpara se opera por largos periodos de tiempo; por lo tanto, el mejor mantenimiento de lúmenes se obtiene cuando su operación es de ciclo continuo. El mantenimiento de lúmenes varía de acuerdo con la potencia de la lámpara.

IV.3.2.b6.- VIDA DE LA LÁMPARA.

La vida de la lámpara de aditivos metálicos se define como el lapso en horas, en el cual el 50 por ciento de una muestra representativa de la producción llega al final de la vida normal, cuando se opera con un voltaje controlado nominal de alimentación al balastro, en rangos de 10 horas en posición vertical.

El final de su vida nominal, se caracteriza cuando la lámpara falla en el arranque o bien cuando se acerca a su potencia de diseño. Lo anterior es causado por el deterioro de los electrodos de la lámpara a lo largo de las horas de vida. El deterioro de los electrodos es más severo durante el período de arranque. Mientras más continuo sea el ciclo de operación, mayor será la vida de la lámpara y mejor el mantenimiento en lúmenes.

IV.3.2.C.- LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO.

La lámpara de vapor de sodio es la más eficaz de la familia de las lámparas de descarga de alta intensidad (H.I.D.).

La luz se produce por el paso de corriente eléctrica a través del vapor de sodio, con una presión determinada a alta temperatura. Sus características físicas, eléctricas y fotométricas son diferentes a otros tipos de lámparas de descarga de alta intensidad. El desarrollo práctico de una lámpara que tuviera características de larga vida para uso de iluminación general, requirió de descubrimientos sensacionales en el campo de la tecnología de materiales. El desarrollo de una nueva cerámica, el Óxido de Aluminio policristalino (Polycrystalline Aluminum Oxide), fue la clave para poder fabricar lámparas de vapor de Sodio a alta presión para usos prácticos. Este material es extremadamente resistente al ataque del vapor de Sodio y puede soportar las altas temperaturas de operación que se requieren para lograr su alta eficiencia.

El principal elemento de radiación en el tubo de arco de la lámpara es el Sodio, sin embargo, contiene Mercurio como gas corrector del color y, adicionalmente, para controlar el voltaje. También existe una pequeña cantidad de Xenón, en el tubo de arco, utilizado para iniciar la secuencia de arranque. Para su ignición, la lámpara requiere voltajes extremadamente altos, debido a la geometría del tubo de arco, el cual deberá ser largo y estrecho, a fin de lograr la máxima eficacia y, además, al hecho de no usar electrodos de arranque sino únicamente gas Xenón. La función de arranque, se logra por medio de un circuito electrónico (ignitor), que trabaja en conjunto con los componentes magnéticos del balastro. El "ignitor" provee un corto pulso de alto voltaje en cada ciclo o mitad del ciclo del voltaje de alimentación. El pulso tiene suficiente amplitud y duración para ionizar el gas Xenón y, de esta forma, iniciar la secuencia de arranque de la lámpara.

La lámpara de vapor de sodio de alta presión se fabrica con un exceso de Sodio, en forma de amalgama junto con Mercurio. Después de un período de operación de la lámpara, parte del vapor de Sodio se pierde, en el flujo del arco, a través de variados mecanismos. Debido al cambio en la relación de presiones de Sodio y vapor de Mercurio, el voltaje de arco se incrementa. Eventualmente, el voltaje de operación de la lámpara se incrementará a un nivel más allá del voltaje que el balastro pueda sostener, cuando esto sucede, la lámpara enciende, calentándose hasta lograr su completa brillantez.

Cuando la secuencia de operación se repite regularmente, se dice que está "cicleando". La lámpara de vapor de sodio de alta presión presentan esta característica cuando su vida ha llegado al final.

IV.3.2.c1.- CIRCUITO ELÉCTRICO

La lámpara de vapor de Sodio requiere de un período de calentamiento de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez, un poco menor que el período requerido por una lámpara de aditivos metálicos o de vapor de Mercurio. Durante el período de calentamiento existen varios cambios en el color de la luz. Inicialmente existe un débil resplandor azul-blanco producido por la ionización de Xenón, el cual es rápidamente reemplazado por un brillante color azul, típico de la luz de mercurio. Con un incremento en la brillantez, se efectúa un cambio al amarillo monocromático, característico del Sodio a baja presión. Cuando la presión en el tubo de arco se incrementa, la lámpara logra su completa brillantez produciendo una luz blanca dorada. Si existe una interrupción momentánea de energía, el tiempo de re-encendido será de aproximadamente un minuto.

IV.3.2.c2.- CONSTRUCCIÓN DE LA LÁMPARA.

Al igual que las lámparas de vapor de Mercurio y aditivos metálicos, este tipo de lámpara se fabrica con dos envoltentes: Un bulbo exterior "cubierta" y uno interior "tubo de arco". El tubo de arco contiene; los electrodos, la amalgama de Mercurio-Sodio y una pequeña cantidad de Xenón. El envoltente o bulbo exterior de vidrio, resistente a la intemperie (Boro silicato), protege al tubo de arco

y, debido a que se encuentra al vacío, reduce las pérdidas de calor por las corrientes de conducción y convección originadas en el tubo de arco, asegurando en esta forma una alta eficacia.

IV.3.2.c3.- COMPONENTES BÁSICOS

El tubo de arco en la lámpara de vapor de sodio es largo y esbelto, se fabrica con cerámica de óxido (Aluminio policristalino). La geometría del tubo esta determinada por los requerimientos de alta temperatura para vaporizar el Sodio. Se requiere que la cerámica resista esas temperaturas. El material del tubo de descarga es translúcido y adecuado para la transmisión y generación de luz en lámparas de alta intensidad de descarga, con una transmitancia de aproximadamente 95 por ciento en las longitudes de onda de luz visible. Debido a que el material no contiene impurezas ni pequeños poros, es altamente resistente al efecto corrosivo del Sodio a alta temperatura.

LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION

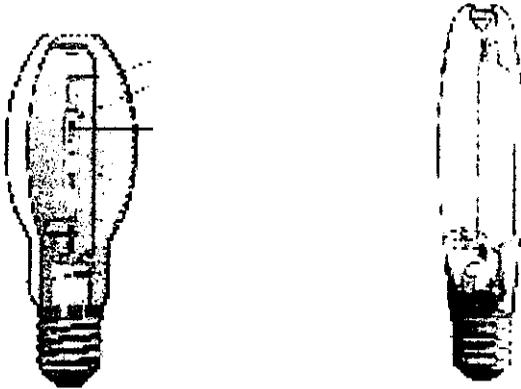


Figura 21.- Construcción monolítica

IV.3.2.c4.- LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

En las lámparas de vapor de Sodio baja presión el arco se realiza a través del Sodio vaporizado. La luz que esta lámpara produce es casi monocromática. Consistiendo en una doble línea cerca del centro del espectro visible a 589.0 y 589.6 nm. El gas principal es Neón con pequeñas adiciones de Argón, Xenón o Helio. Para obtener la máxima eficiencia de la conversión de la alimentación eléctrica al arco de descarga, en luz, la presión de presurizado del Sodio debe ser del orden de 0.7 Pa. Por lo que la pared del bulbo del tubo de arco debe soportar una temperatura aproximada de 2600 °C.

Cualquier desviación apreciable de esta presión degradará la eficacia de la lámpara. El tiempo necesario para que la lámpara alcance su emisión completa es de 7 a 15 minutos. Cuando la lámpara se enciende la luz que emite es de color rojizo debido al Neón, y gradualmente va cambiando hacia el color amarillo característico cuando el Sodio es vaporizado.

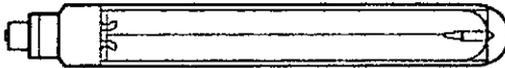


Figura 22.- Lámpara de sodio a baja presión

VENTAJAS

- Es la lámpara con la mayor eficacia en lúmenes por watt (de 100 a 180) Ideal en carreteras con neblina.

DESVENTAJAS

- Por su tamaño, es difícil controlar la emisión de su flujo luminoso.
- Emisión monocromática.
- Aumento de consumo de energía conforme pasan las horas de uso (puede llegar hasta un 60% mas de la energía inicial)

CAPÍTULO V

LUMINARIOS

V.1.- INTRODUCCIÓN

Un luminario, es un aparato que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas. Esta compuesto por un gabinete el cual está diseñado para que en su interior, aloje un reflector y los accesorios necesarios para fijar, proteger y conectar la(s) lámpara(s) al circuito de alimentación, así como un refractor que tiene la función de distribuir el flujo luminoso. Requiere de una serie de cualidades necesarias para cumplir eficientemente con su función, podemos dividir estas cualidades en tres clases que son:

ÓPTICAS

- Distribución luminosa adaptada a la función que debe realizar.
- Luminancias reducidas en determinadas direcciones.
- Buen rendimiento luminoso.

MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS

- Estructura sólida y resistente
- Materiales apropiados para las diversas áreas de trabajo existentes
- Buena disipación de calor.
- Debe ser perfectamente hermético.
- Facilidad de montaje.
- Facilidad de mantenimiento

ESTÉTICAS.

- Deben combinar con la arquitectura del lugar, sin detrimento de la eficiencia luminica del Sistema.

V.2.- CLASIFICACIÓN.

Los luminarios se pueden clasificar de acuerdo a diversos criterios o parámetros como son:

- Para interiores y exteriores
- Por su uso
- Por el tipo de lámpara que usan
- Por la distribución del flujo luminoso que emiten

Para fines prácticos de este trabajo nos enfocaremos a detallar la última clasificación.

V.2.1.-CLASIFICACIÓN DE LUMINARIOS DE ACUERDO A LA DISTRIBUCION DEL FLUJO LUMINOSO QUE EMITEN

Esta clasificación considera la dirección del flujo luminoso que emite el luminario, tomando como referencia una línea horizontal imaginaria que pasa por el centro focal del mismo.

Partiendo de esto podemos considerar la clasificación de los luminarios como sigue:

- De Flujo Directo
- De Flujo Semi- Directo
- De Flujo General Difuso
- De Flujo Directo-Indirecto
- De Flujo Indirecto
- De Flujo Semi- Indirecto

Aunque en general, los más comunes son los luminarios de flujo Directo, Indirecto y Difuso, mencionaremos brevemente toda la clasificación confines meramente comparativos.

V.2.1.a.- LUMINARIO DE FLUJO DIRECTO.

Aquí el luminario dirige del 90 al 100 por ciento de su flujo luminoso hacia abajo del centro focal y de 0 al 10 por ciento hacia arriba.

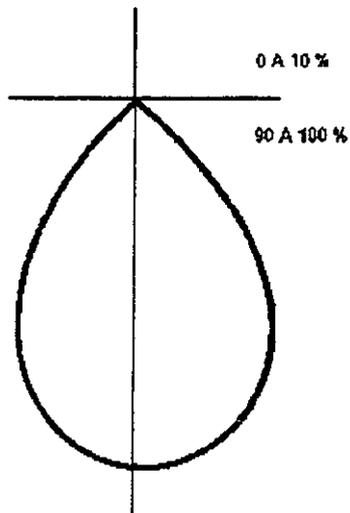


Figura 23.- Luminarios de Flujo directo

Éstos son por lo regular los luminarios mayormente usados, por lo que es importante mencionar las diferentes curvas de distribución del flujo luminoso que se tienen, atendiendo a la relación de espaciamiento con respecto a la altura de montaje.

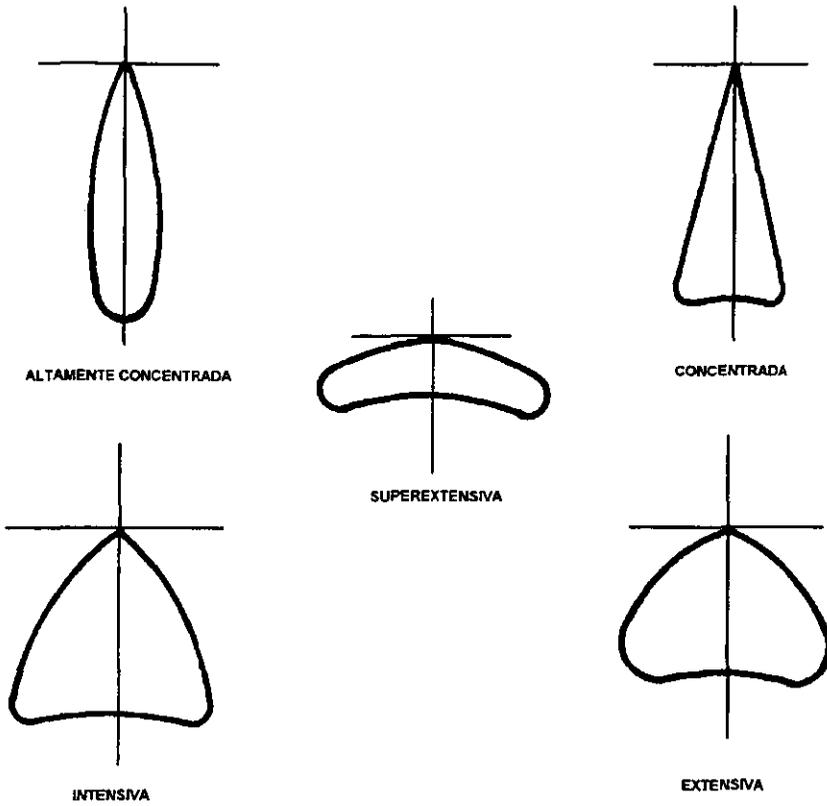


Figura 24.- Curvas de distribución del flujo luminoso directo .

V.2.1.b.- LUMINARIO DE FLUJO SEMI - DIRECTO.

Este tipo de luminarios dirigen del 60 al 90 % de su flujo luminoso hacia abajo del centro focal. La utilización de estos luminarios depende de la reflectancia del techo, este tipo de iluminación se recomienda para evitar el *EFEECTO CAVERNA* en empresas con techos muy altos. Conociéndose como *EFEECTO CAVERNA* a la sensación de inseguridad que produce en las personas el no poder ver hacia algún lado debido a la oscuridad que existe.

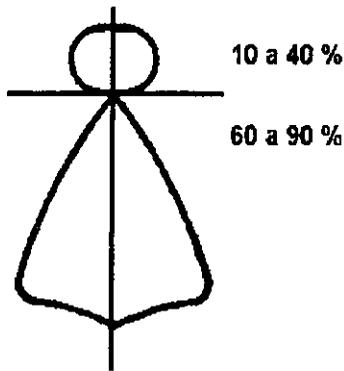


Figura 25.- Luminario de Flujo Semi-directo.

V.2.1.c.- LUMINARIO DE FLUJO GENERAL DIFUSO.

En este tipo de luminarios el flujo luminoso se distribuye en la misma proporción (40 a 60 por ciento) hacia arriba y hacia abajo del centro focal del luminario. Esto es; emite luz casi igualmente en todas direcciones.

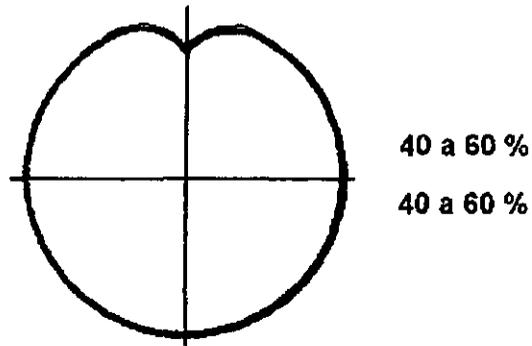


Figura 26.- Flujo General Difuso

V.2.1.d.- LUMINARIO DE FLUJO DIRECTO – INDIRECTO

Aquí como en el anterior, el flujo luminoso se distribuye en la misma proporción hacia arriba y hacia abajo del centro focal, con la diferencia que en este tipo de luminarios se emite menor cantidad de luz en los puntos cercanos a la horizontal.

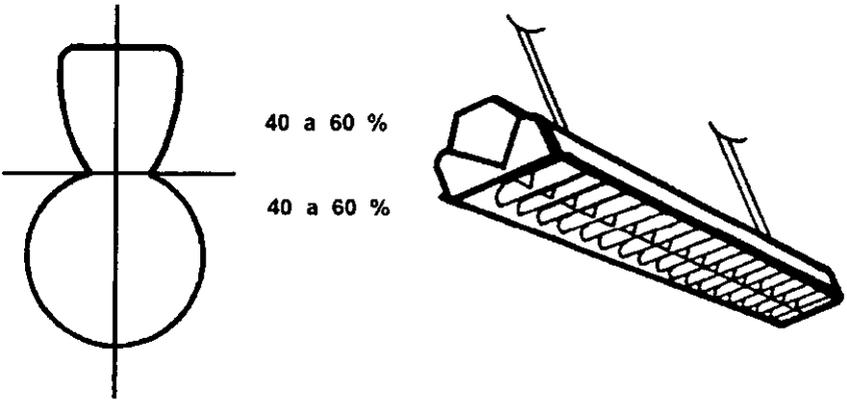


Figura 27.- Luminario de Flujo Directo – Indirecto

V.2.1.e.- LUMINARIO DE FLUJO INDIRECTO.

Este tipo de luminarios emiten del 90 al 100 por ciento del flujo luminoso hacia arriba del centro focal.

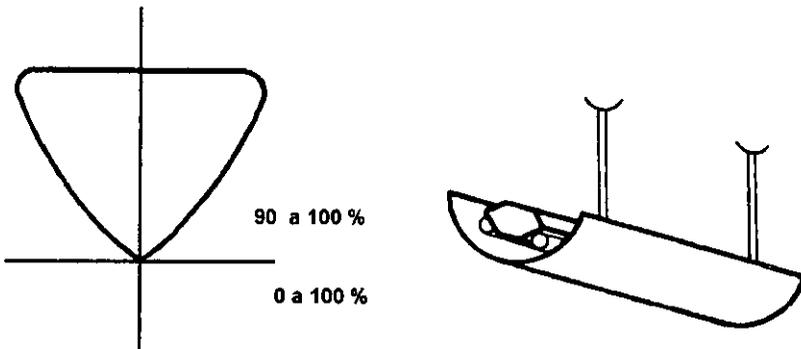


Figura 28.- Luminario de Flujo Indirecto.

V.2.1.f.- LUMINARIO DE FLUJO SEMI – INDIRECTO

Estos luminarios dirigen del 60 a 90 por ciento de su flujo luminoso total hacia arriba del centro focal del luminario.

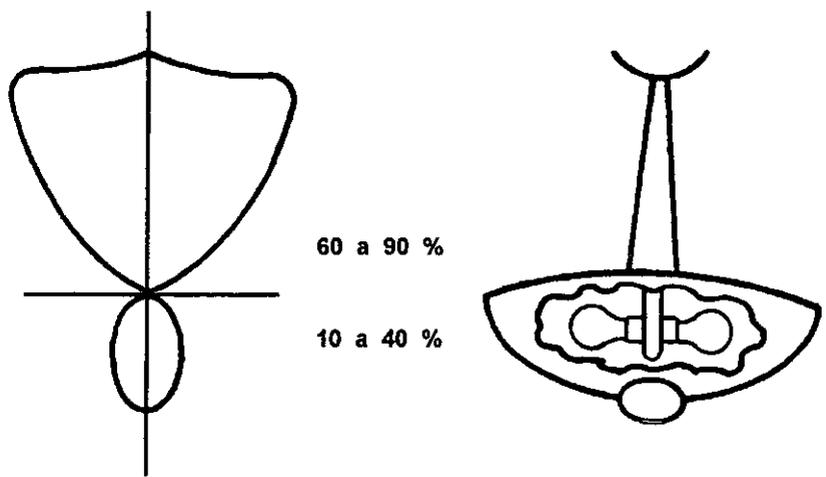


Figura 29. Luminario de Flujo Semi – Indirecto.

En estos dos últimos tipos de luminarios, la mayor parte de la luz alcanza el plano de trabajo por medio de la reflexión de el techo y la parte alta de las paredes. Cuando se utilizan es necesario que las reflectancias se mantengan tan alto como sea posible.

CAPÍTULO VI

PROYECTO DE ILUMINACIÓN PARA UNA OFICINA

VI.1. GENERALIDADES.

El proyecto a desarrollar está basado en las dimensiones reales de una oficina dedicada a la importación y exportación de equipos para la industria de ensamble de componentes de computadora, enfocaremos nuestro estudio al área principal ya que es ahí donde se concentra mas del 95% del personal que labora en esta oficina.

La actividad principal en estas oficinas es el manejo de documentos, contabilidad, trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, atención telefónica a clientes, manejo de los equipos típicos de oficina. La Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (S.M.I.I.), recomienda para este tipo de actividades un nivel de iluminación de 600 luxes.

En referencia al nivel de degradación del luminario por suciedad; está área la podemos considerar como un *ÁREA LIMPIA*

El piso es Loseta cuadrada de granito pulido de color gris tono oscuro, Las paredes son de block con aplanado de yeso pulido color amarillo tono oscuro. El techo es de losa de concreto con un falso plafón color blanco muy claro. Los luminarios van empotrados en el falso plafón.

Primeramente desarrollaremos el proyecto aplicando el *MÉTODO DEL LUMEN UTILIZANDO CAVIDAD DE CUARTO*. Posteriormente se desarrollará este mismo proyecto utilizando el Software *VISUAL BÁSICO*, con el fin de dar a conocer las nuevas herramientas electrónicas con que cuenta el ingeniero proyectista para el desarrollo de proyectos de iluminación de una forma mas rápida y precisa.

VI.2. MÉTODO DEL LUMEN UTILIZANDO CAVIDAD DE CUARTO.

DATOS DEL PROYECTO.

Nivel de iluminación de acuerdo a S.M.I.I. = 600 luxes.

DIMENSIONES DEL LOCAL:

Largo = 32.4 m

Ancho = 18.2 m.

Altura total = 2.9 m.

Altura del plano de trabajo = 0.75 m.

Altura de plano de trabajo a luminario = 2.15 m.

Área = 589.68 m²

REFLECTANCIAS:

Reflectancia del piso = 30%.

Reflectancia de la pared = 50%.

Reflectancia del techo = 80%.

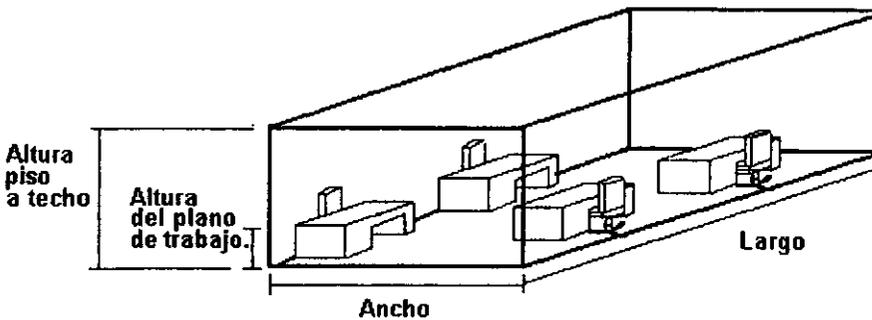


Figura 30.- Parámetros a considerar en el proyecto

Para especificar el luminario nos auxiliaremos con el *MÉTODO PUNTO POR PUNTO*

Necesitamos determinar la Intensidad (I) en candelas para obtener el nivel de iluminación deseado:

$$E = \frac{I}{H_{cc}^2}$$

$$I = (E)(Hcc^2)$$

$$E = 600 \text{ luxes.}$$

$$Hcc = 2.15 \text{ metros.}$$

$$I = (600)(2.15)^2$$

$$I = 2773.5 \text{ cd}$$

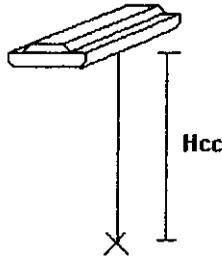


Figura 31.- Altura de Cavidad de Cuarto

Con este valor escogemos una curva de distribución que tenga un valor igual o cercano a 2773.5 cd. a cero grados, esto tomado del catalogo del fabricante de luminarios considerando el tipo de uso, el consumo de energía, factores decorativos, etc.

Para este proyecto seleccionamos el luminario marca Holophane, modelo: Refractrogrid, catalogo: G - 82 - 232 con dos lámparas fluorescentes: T - 8 de 32 W cada una.

Para calcular el numero de luminarios lo haremos a través de el *MÉTODO DE LUMEN UTILIZANDO CAVIDAD DE CUARTO*.

$$\text{No de luminarios} = \frac{E \times \text{Area}}{\text{Lumenes por luminario} \times \text{CU} \times \text{FM}}$$

Donde :
 CU = Coeficiente de Utilización
 FM = Factor de Mantenimiento

Para calcular el CU primero calculamos las cavidades:

Relación de cavidad de techo:

$$R.C.T.(C.C.R.) = \frac{5hct(largo + ancho)}{(largo)(ancho)} = \frac{5(0)(18.2+32.4)}{(18.2)(32.4)} = 0$$

$$R.C.T. = 0$$

RELACIÓN DE CAVIDAD DE CUARTO:

$$R.C.C.(R.C.R.) = \frac{5hcc(l\ arg\ o + ancho)}{(l\ arg\ o)(ancho)} = \frac{5(2.15)(18.2 + 32.4)}{(18.2)(32.4)} = 0.922$$

$$R.C.C. = 0.922$$

Relación de cavidad de piso.

$$R.C.P.(F.C.R.) = \frac{5hcp(l\ arg\ o + ancho)}{(l\ arg\ o)(ancho)} = \frac{5(0.75)(18.2 + 32.4)}{(18.2)(32.4)} = 0.321$$

$$R.C.P. = 0.321$$

Como la cavidad de techo es igual a cero, la Reflectancia efectiva de techo queda igual a 80%

Ahora vamos a calcular la Reflectancia efectiva de piso para lo cual utilizamos la figura 9-22, Pág. 408 del I.E.S. Lighting Handbook 8ª edición.

% de Reflectancia efectiva para cavidades de techo o piso.	
% Reflectancia base	30
% Reflectancia de pared.	50
Relación de cavidad.	
0.2	29
0.321	
0.4	29

Como se puede observar para 0.2 y 0.4 tienen el mismo valor por lo tanto este será el mismo para 0.321 = 0.29

Con los datos especificados de reflectancias nos referimos a la tabla de coeficientes de utilización del luminario.

- Reflectancia efectiva de techo = 80%
- Reflectancia de la pared = 50%
- Reflectancia efectiva del piso = 30%
- Relación de cavidad de cuarto R.C.R. = 0.92

De la siguiente tabla suministrada por el fabricante de luminarios obtendremos el Coeficiente de Utilización CU :

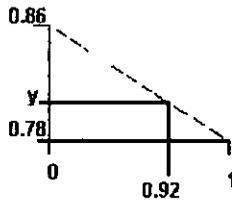
Piso	20%						0%
Techo	80%			50%			0%
Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
R.C.R.	Coeficiente de utilización.						
0	0.86	0.86	0.86	0.81	0.81	0.81	0.73
1.0	0.78	0.75	0.73	0.73	0.72	0.70	0.64

Podemos encontrar el valor correspondiente al R.C.R. = 0.92

Piso	20%						0%
Techo	80%			50%			0%
Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
R.C.R.	Coeficiente de utilización.						
0	0.86	0.86	0.86	0.81	0.81	0.81	0.73
0.92							
1.0	0.78	0.75	0.73	0.73	0.72	0.70	0.64

Por interpolación tenemos:

$$\frac{0.86 - 0.78}{1 - 0} = \frac{y - 0.78}{1 - 0.92}$$



Encontrando que para un RCR de 0.92 le corresponde un:

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN = 0.7864

Recordemos que la reflexión de nuestro piso es de 30% y el que usamos en la tabla es de 20%, por lo cual tenemos que utilizar la tabla de la figura 9-23, pagina 410 del I.E.S. Lighting Handbook 8ª edición, para encontrar el factor de corrección.

% Reflectancia efectiva del techo	80%
% Reflectancia de la pared.	50%
R.C.R.	
1.0	1.082
2.0	1.091

Como podemos observar en la tabla no hay valores para un R.C.R. menor a uno por lo que tomaremos el valor de 1 para el R.C.R.

Teniendo así que:

El factor de corrección para un R.C.R. de 0.92 es **1.082**.

El valor del coeficiente de utilización encontrado con anterioridad **0.7864** lo debemos de afectar por el factor de corrección que acabamos de determinar, por lo tanto tenemos:

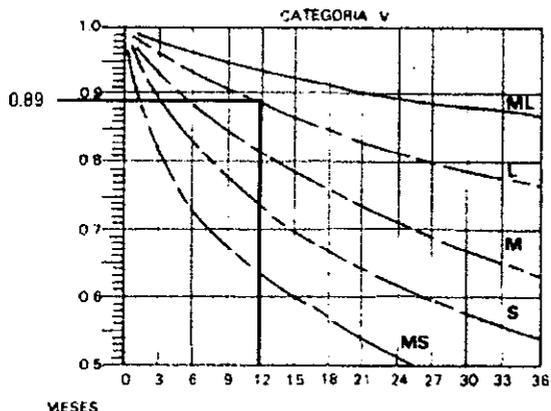
$$\begin{aligned}
 C.U. \text{ Total} &= (C.U. \text{ Preliminar}) (\text{Factor de corrección.}) \\
 &= (0.7864)(1.082) \\
 &= 0.85
 \end{aligned}$$

Dándonos un C.U. definitivo de: **0.85**.

Para calcular el factor de mantenimiento debemos tomar en cuenta la siguiente formula:

$$\boxed{F.M. = (LDD)(LLD)}$$

Para calcular la depreciación por suciedad del luminario (LDD), consideramos un ambiente limpio, tipo V tomando en cuenta que se trata de una oficina y la periodicidad del mantenimiento será de 12 meses en base a la recomendación del fabricante. Con estos datos nos vamos a la gráfica del tipo de ambiente categoría V del catalogo del fabricante del luminario y determinamos que punto corresponde en el eje "y" a la intersección del numero de meses con la curva L (Limpio) del tipo de ambiente.



$$\text{LDD} = 0.89$$

Para encontrar la depreciación de lúmenes de la lámpara, solo tenemos que ver los datos del fabricante, en este caso para una lámpara T – 8 blanco frío, encendido rápido tenemos un valor de 0.82

Sustituyendo estos valores en la fórmula del Factor de Mantenimiento tenemos:

$$\text{F.M.} = (0.89)(0.82) = 0.729$$

Una vez que contamos con los datos necesarios podemos determinar el número de luminarios con la siguiente fórmula:

$$\text{No de luminarios} = \frac{E \times \text{Area}}{\text{Lumenes por luminario} \times \text{CU} \times \text{FM}}$$

$$= \frac{(600) ((18.2) (32.4))}{(3,000)(2)(0.85)(0.729)} = \frac{353,808}{3,717.90}$$

$$= 95.1 \approx 95 \text{ luminarios.}$$

Para facilitar el acomodo de luminarios podemos redondear la cantidad a 98, teniendo de esta manera 7 filas y 14 columnas.

Para poder localizar nuestros luminarios es necesario conocer si no se rebasa el espaciamiento máximo recomendado por el fabricante.

S máx. = factor proporcionado por el fabricante x Hcc

Donde:

S max = Espaciamiento máximo entre centro de luminarios.

Hcc = Altura de cavidad de cuarto (altura del centro focal del luminario al plano de trabajo)

Factor de espaciamiento máximo = (1.4)(2.15)=3.01

Para determinar el espaciamiento real en una distribución uniforme de luminarios, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$S = (\text{Área} / \text{No. de luminarios})^{1/2}$$

Donde:

S = Espaciamiento real.

$$S = (589.68 / 98)^{1/2} = 2.45$$

Como podemos observar el espaciamiento real es menor al espaciamiento máximo, por lo cual si cumple

Nivel de iluminación por acomodo para 98 luminarios:

$$E = \frac{\text{No. de luminarios} \times \text{Lúmenes por luminario} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}{\text{Area.}}$$

$$E = \frac{98 \times 2 \times 3000 \times 0.85 \times 0.729}{589.68}$$

$$E = 617.88 \text{ luxes promedio mantenidos.}$$

Como podemos observar se cumple con el nivel de iluminación recomendado por la S.M.I.I.

Ahora determinaremos la localización de las filas y columnas :

Espaciamiento entre columnas:

$$E.C. = \frac{\text{Largo}}{\text{No. Columnas}}$$

$$E.C. = \frac{32.4}{14} = 2.314 \text{ m}$$

Espaciamiento entre filas:

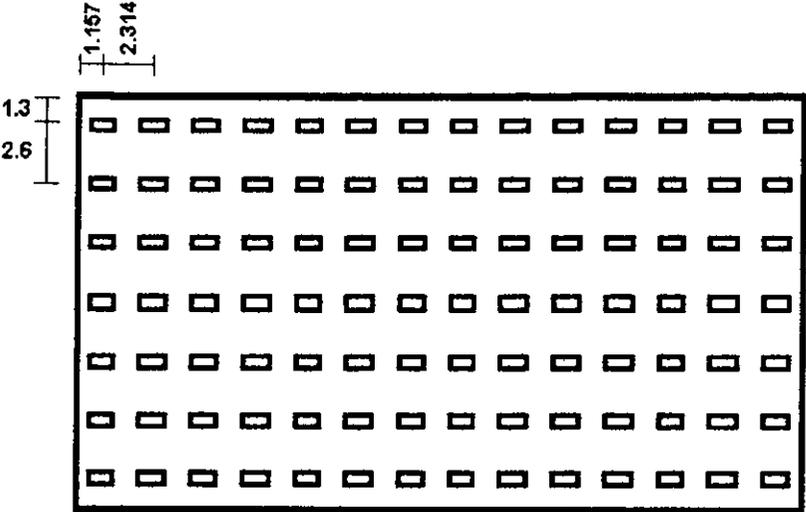
$$E.F. = \frac{\text{Ancho}}{\text{No. Filas}}$$

$$E.F. = \frac{18.2}{7} = 2.6 \text{ m}$$

$$\text{Distancia de la primera y última columna a la pared} = \frac{E.C.}{2} = \frac{2.314}{2} = 1.157 \text{ m}$$

$$\text{Distancia de la primera y última fila a la pared} = \frac{E.F.}{2} = \frac{2.6}{2} = 1.3 \text{ m}$$

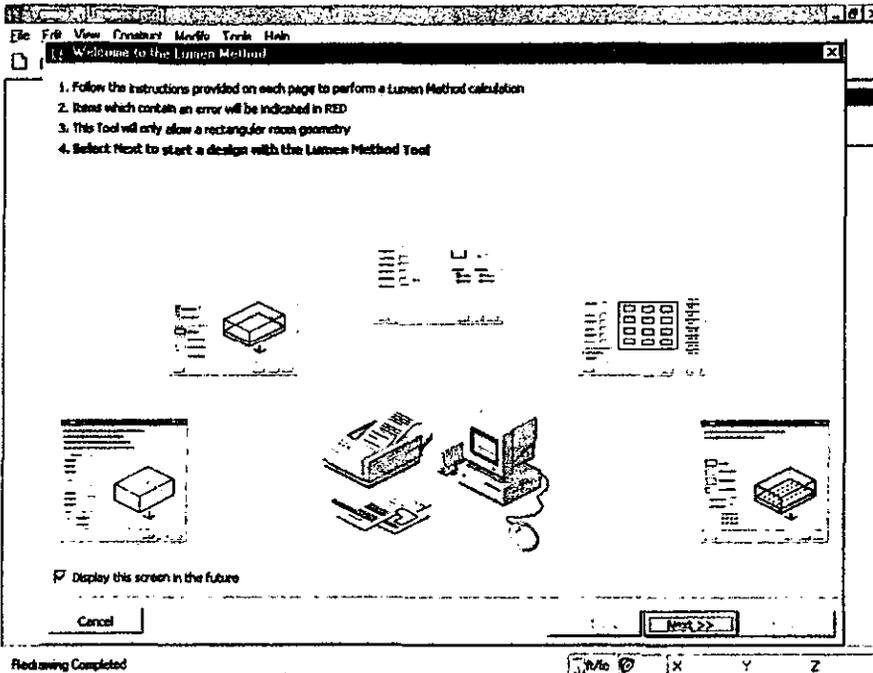
Arreglo general de Luminarios.



VI.3.-REALIZACIÓN DEL PROYECTO POR MEDIO DEL MÉTODO DE LUMEN UTILIZANDO EL SOFTWARE VISUAL BÁSICO.

El Visual Básico solo puede calcular el método de lumen para interiores.

En la primera pantalla nos muestra un resumen de los pasos que se tienen que seguir para hacer el cálculo de cualquier área de interiores.

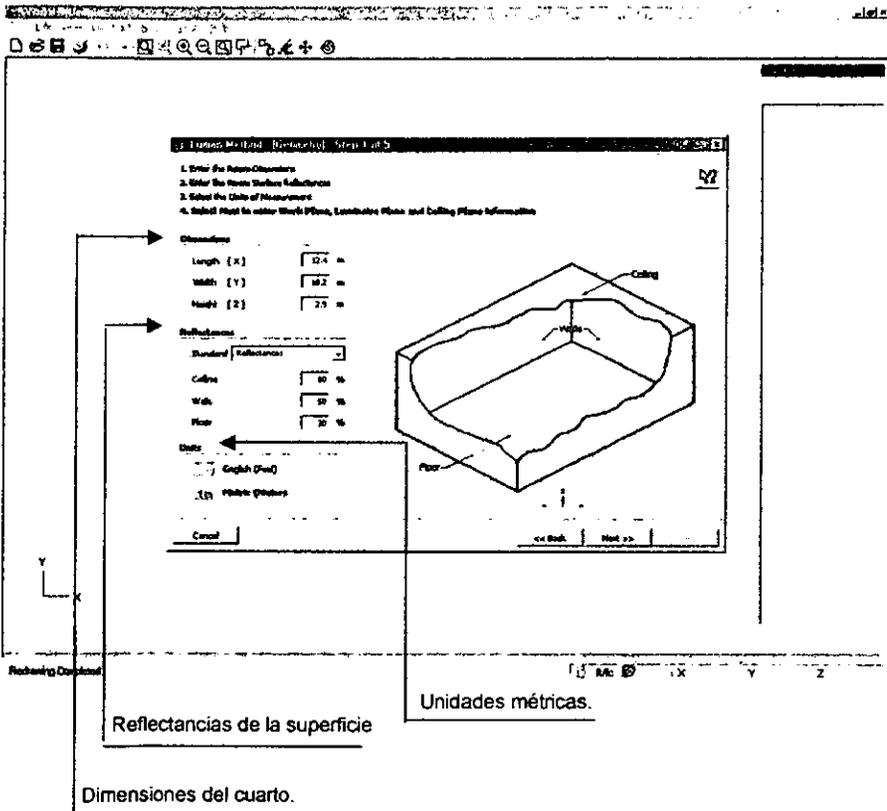


Presionando la tecla "Siguiente" de la pantalla de presentación se desplegara una pantalla totalmente diferente la cual será el paso No 1.

Paso No. 1

En esta pantalla se introducirán las características superficiales en el siguiente orden:

- Primero introduciremos las dimensiones del área: Largo, ancho y Alto
- Después introduciremos las reflectancias de la superficie del cuarto (techo, pared y piso), en la cual podemos escoger valores predeterminados por la computadora. O bien especificarlos personalmente.
- Después en la parte inferior tenemos que escoger las unidades métricas ya sean pies o metros.



Como se mencionó en un principio utilizaremos las mismas dimensiones que en el ejercicio anterior Largo de 13.4 m, Ancho de 18.2 m y Alto de 2.9 m, así mismo las reflectancias de piso 30%, de la pared 50% y del techo 80% y nuestras unidades métricas serán metros.

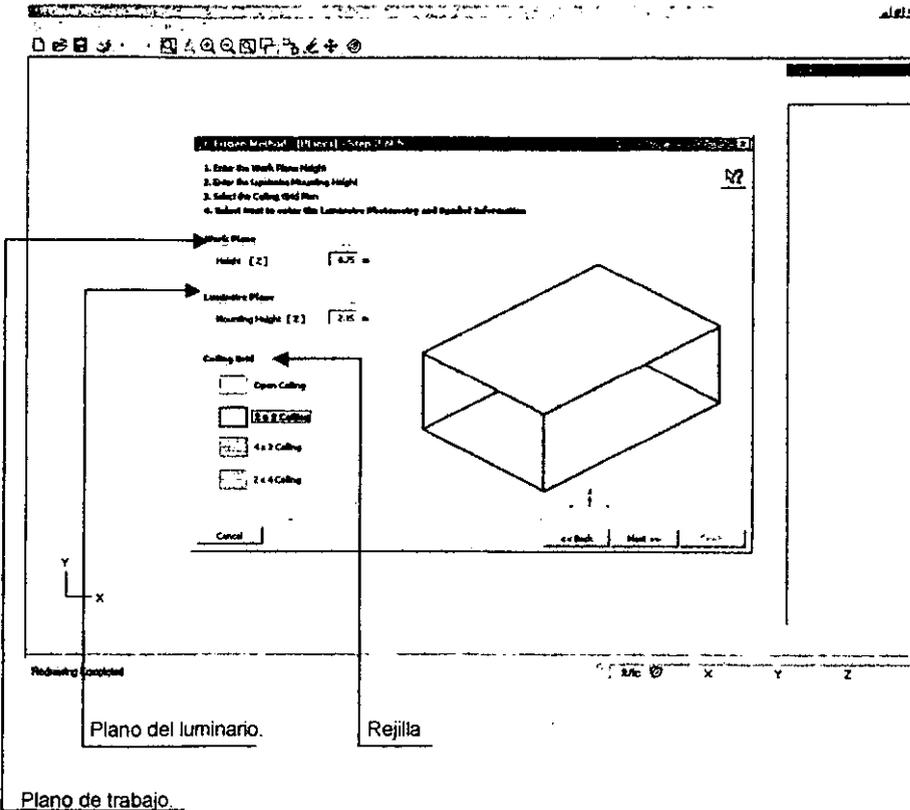
Una vez que insertamos los valores comprobamos que estos sean correctos y presionamos la tecla NEXT para ir al Paso 2.

Paso 2.

Se desplegará otra pantalla donde introduciremos valores referentes a los luminarios y al plano de trabajo.

Primero introduciremos la altura correspondiente al plano de trabajo, después introduciremos en el plano del luminario la altura de montaje y por último seleccionaremos una rejilla.

La función de tener una rejilla es la de facilitar la ubicación de nuestros luminarios en el local, la rejilla esta dada en pies y a diferencia de los datos de superficie no podemos cambiar su unidad métrica.

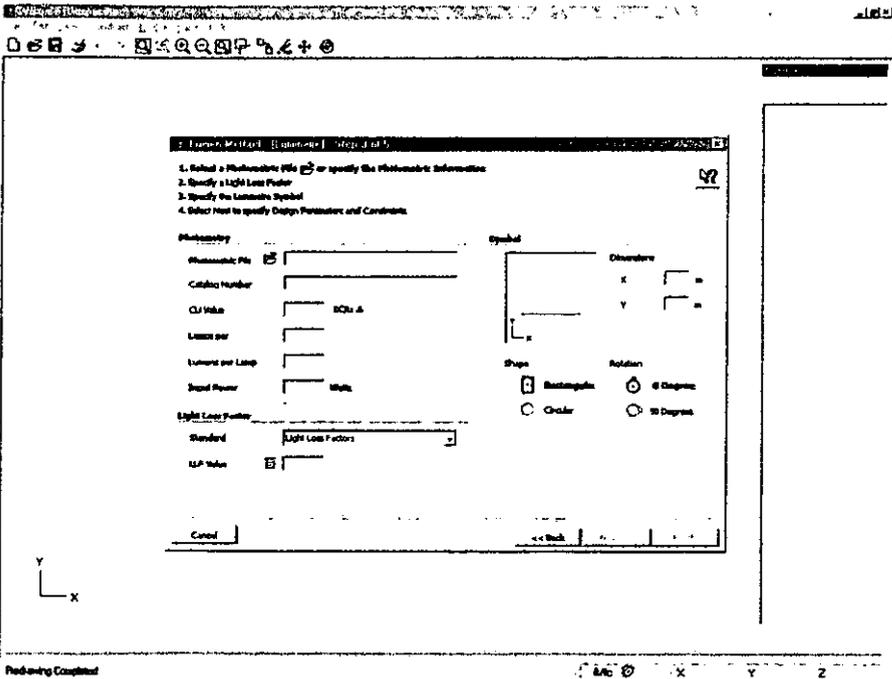


Presionando nuevamente "SIGUIENTE" pasaremos al Paso 3 y visualizaremos la nueva pantalla.

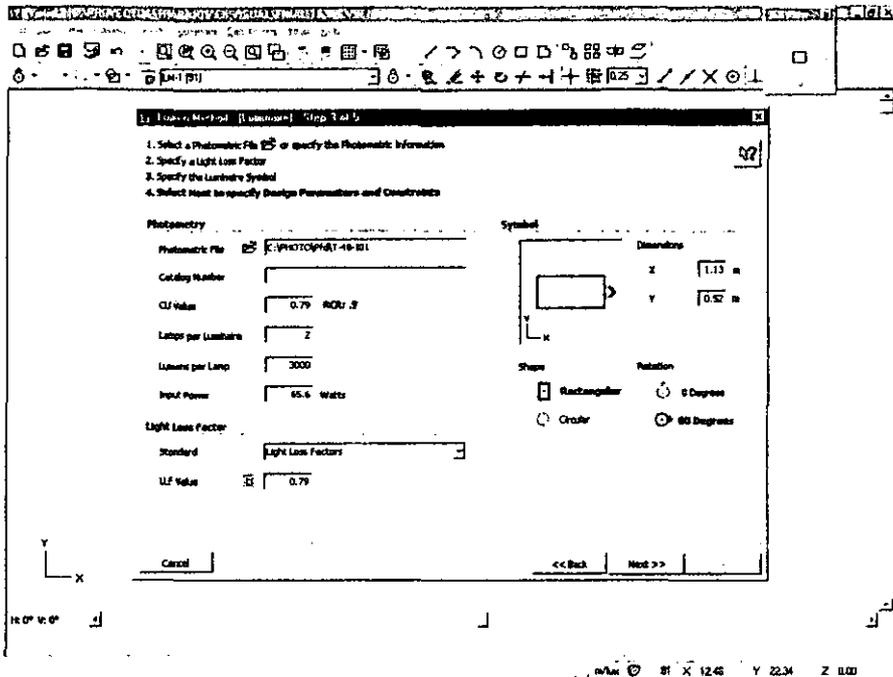
Paso 3.

En esta pantalla se manejarán los siguientes datos: Fotometría y factores de pérdida de luz.

Para seleccionar nuestra fotometría es necesario dar un clic en el icono del folder, el cual abrirá un recuadro donde podemos seleccionar el directorio donde se encuentra la fotometría de nuestro luminario en este caso el archivo C:\PHOTO\PFDT-48-101 corresponde a un luminario Holophane de 2 lámparas fluorescentes T-8 de 32 W, Mod. Refractogrid.



Una vez encontrado este archivo damos un clic en el botón "Abrir".



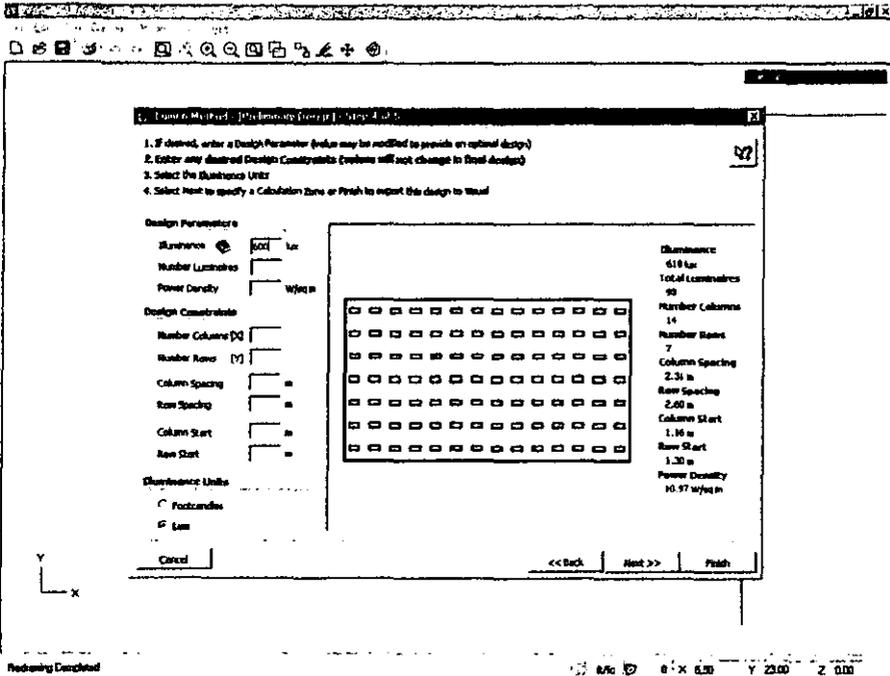
Como podremos observar aparecerán los datos de:

- Coeficiente de utilización.
- Lámparas por luminario.
- Lúmenes por lámpara.
- Potencia de salida
- El esquema de la lámpara
- Dimensiones de la lámpara.

Ahora tendremos que teclear el factor de pérdidas de luz en el cuadro de texto, este es 0.729.

Paso 4.

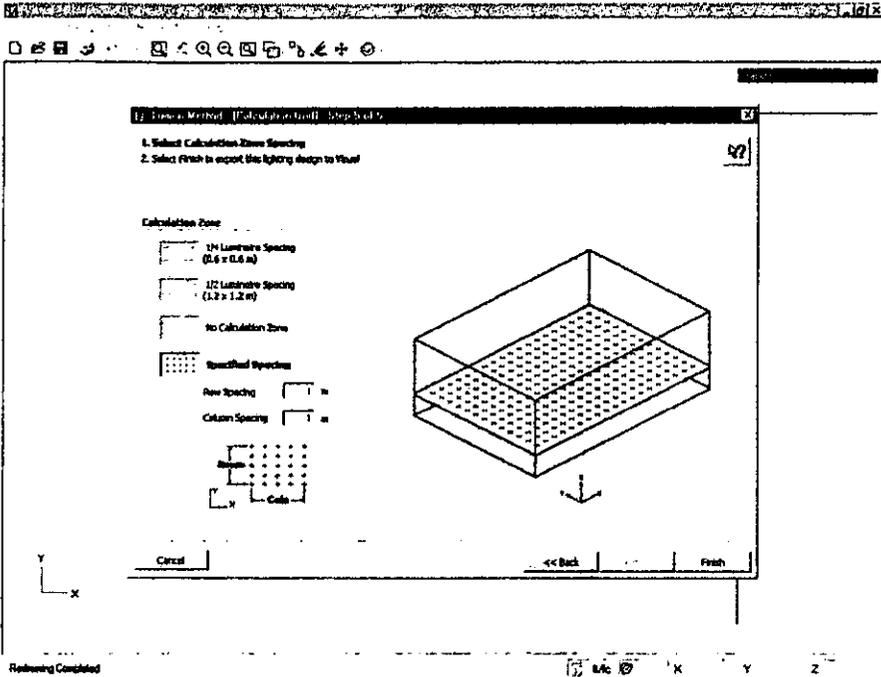
En la siguiente pantalla debemos teclear el nivel de iluminación correspondiente según el IES de 600 luxes para una oficina, asegurándonos que en la parte inferior izquierda las unidades de iluminancia estén en luxes y no en pies-candela.



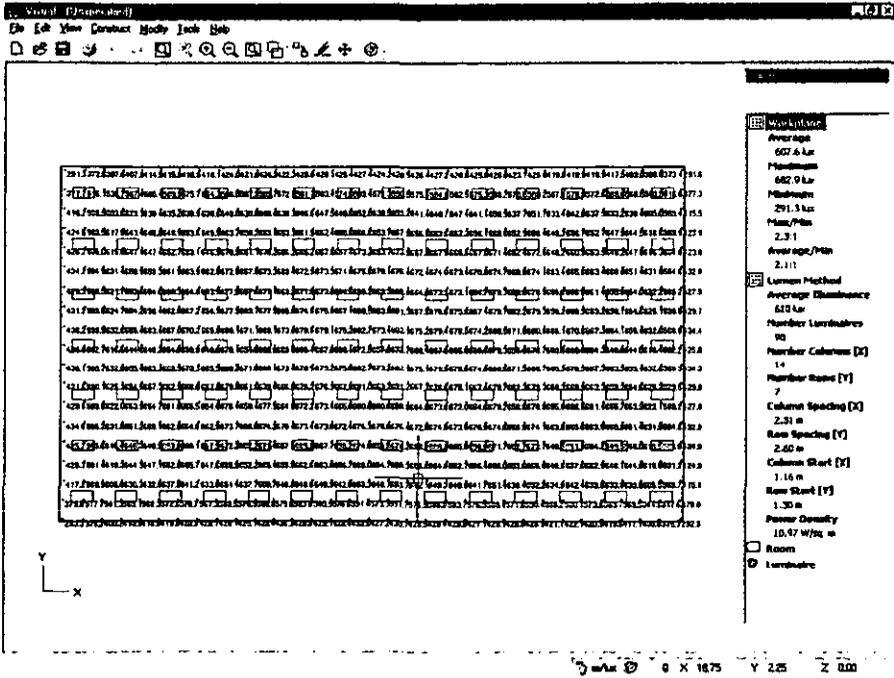
Paso 5.

Por último esta pantalla nos pedirá la distancia que nosotros consideremos correcta entre puntos o personalizar la distancia, con el fin del cálculo de punto por punto sobre el área de trabajo.

Para personalizar nuestra zona de cálculo solo tenemos que dar un clic con el botón izquierdo del ratón sobre el título especificar espaciamiento y después introducir la distancia que deseamos en los cuadros de texto.

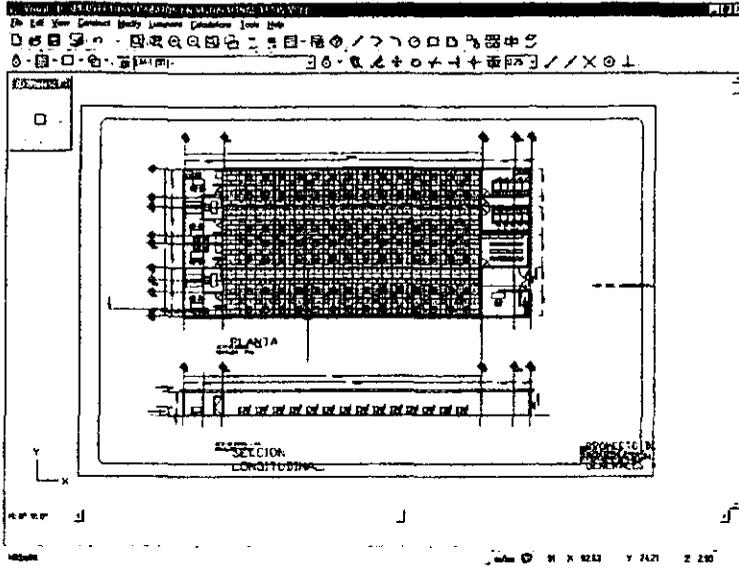


Ya que seleccionamos la distancia entre puntos solo tendremos que teclear "FIN" para terminar el proyecto y el Software proyectara en la pantalla la distribución de luminarios así como los niveles de iluminación de nuestro plano de trabajo.

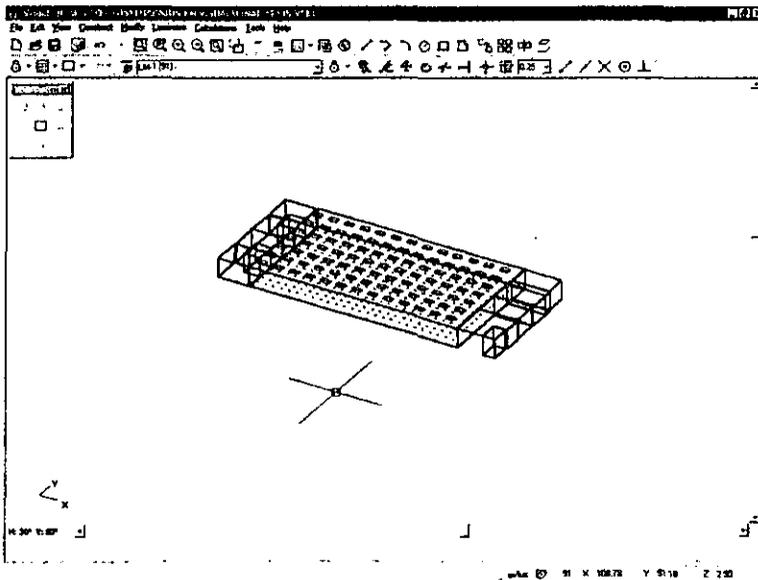


Así mismo este paquete nos permite también visualizar el proyecto en diferentes perspectivas

Dibujo de AUTOCAD Visto en planta desde Visual 2.0



Dibujo de AUTOCAD Visto en perspectiva desde Visual 2.0



CAPÍTULO VII

SENSORES

VII.1.-QUE ES UN SENSOR.

Una definición muy general sería: El sensor, es un dispositivo capaz de detectar y señalar el cambio de estado de un elemento, o una Magnitud determinada. Se puede afirmar que existe tanta variedad de sensores, como magnitudes físicas y químicas conocidas. Podemos citar como ejemplos las siguientes magnitudes que pueden ser sensadas:

- Temperatura
- Velocidad
- Posición
- Corriente
- Voltaje
- Presencia
- Peso
- Fuerza
- Torque
- Presión

Para efectos de aplicación del presente trabajo nos enfocaremos a describir los fundamentos del sensado o detección de presencia. Este tipo de sensado lo podemos clasificar en dos grupos:

- Sensado con contacto
- Sensado sin contacto

VII.2.- SENSADO CON CONTACTO.

Los sensores de contacto son dispositivos electromecánicos que reaccionan a través del contacto físico directo con el objeto en cuestión. Los sensores de contacto:

- Generalmente no requieren de energía eléctrica
- Pueden soportar más corriente y toleran mejor las fluctuaciones de voltaje
- Son más fáciles de aplicar y diagnosticar

Los encoders, los interruptores de final de carrera y los interruptores de seguridad, son sensores de contacto. Los encoders transforman el movimiento de las máquinas en señales y datos. Los interruptores de final de carrera se utilizan cuando es posible detectar un objeto por medio del contacto físico. Los interruptores de seguridad ofrecen resistencia a posibles interpolaciones y contactos de apertura directa, lo cual permite utilizarlos como protectores de máquinas y en paros de emergencia.

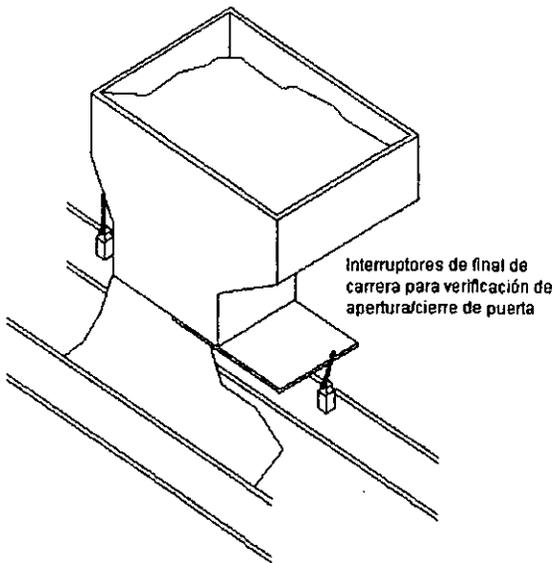


Figura 32. - Interruptor de final de carrera para verificación de apertura / cierre de puerta.

VII.3. - SENSADO SIN CONTACTO

Son dispositivos electrónicos de estado sólido, su principio de sensado puede ser de varias formas;

- Generando un campo de energía
- Generando un haz de luz
- Generando ondas ultrasónicas

Algunas de las características de los sensores sin contacto son:

- No se requiere contacto físico con el objeto
- No tienen componentes móviles que puedan atascarse, desgastarse o romperse (por lo tanto necesitan menos mantenimiento)
- Generalmente operan más rápido
- Son más precisos
- Son más flexibles en cuanto a su aplicación
- Rangos de sensado más amplios

En este grupo entrarían los sensores; inductivos, capacitivos, fotoeléctricos, ultrasónicos e infrarrojos. Al especificar un sensor, es importante comprender los términos comunes asociados a este tipo de tecnología. Aunque los términos exactos varían de un fabricante a otro, los conceptos generales son los siguientes:

- Distancia de detección
- Histéresis
- Tiempo de respuesta
- Repetibilidad
- Frecuencia de conmutación

DISTANCIA DE DETECCIÓN.

Al especificar un sensor se debe tener en cuenta lo siguiente;

- *Distancia nominal de detección.*- Es la distancia de operación para la cual ha sido diseñado el sensor, y es proporcionada por el fabricante del equipo
- *Distancia efectiva de detección.*- Es la distancia de detección real que se logra en una aplicación determinada. Esta distancia se encuentra más o menos entre la distancia de detección nominal (que es la ideal), y la peor distancia de detección posible.

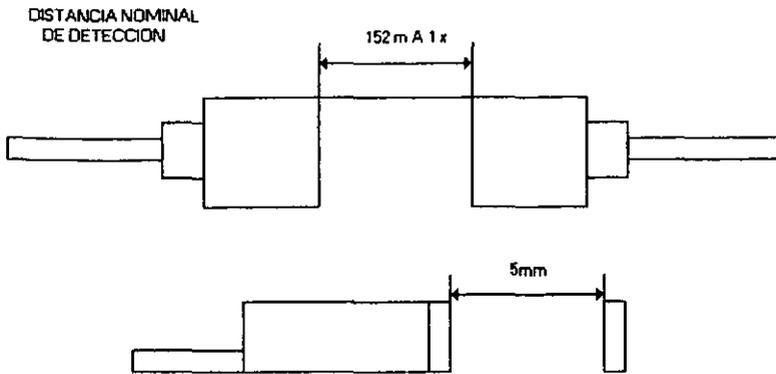


Figura 33. - Distancia de detección de un sensor

HISTÉRESIS.

La histéresis o desplazamiento diferencial, es la diferencia entre los puntos de operación (conectado) y liberación (desconectado), cuando el objeto se aleja de la cara del sensor. Se expresa como un porcentaje de la distancia de detección. Sin una histéresis suficiente, el sensor de proximidad se prendería y apagaría continuamente al aplicar una vibración excesiva al objeto o al sensor.

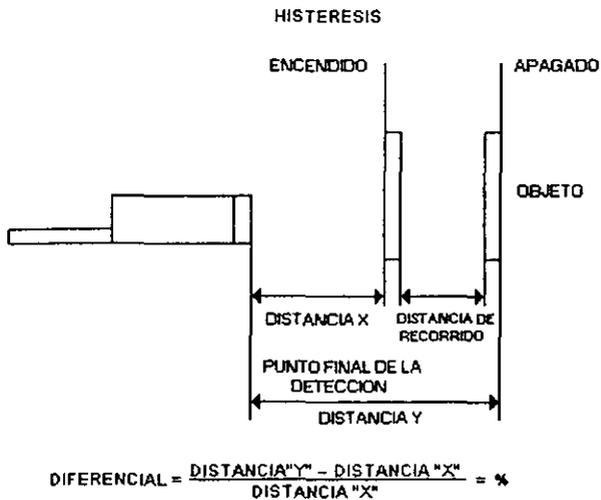


Figura 34. - Histéresis de un sensor

TIEMPO DE RESPUESTA.

Es el tiempo que transcurre entre la detección de un objeto y el cambio de estado del dispositivo de salida (de encendido a apagado o de apagado a encendido). También es el tiempo que el dispositivo de salida tarda en cambiar de estado cuando el sensor ya no detecta el objeto.

REPETIBILIDAD

Es la capacidad de un sensor para detectar el mismo objeto a la misma distancia todo el tiempo. Se expresa como porcentaje de la distancia de detección nominal considerando la temperatura ambiental y el voltaje de alimentación constantes.

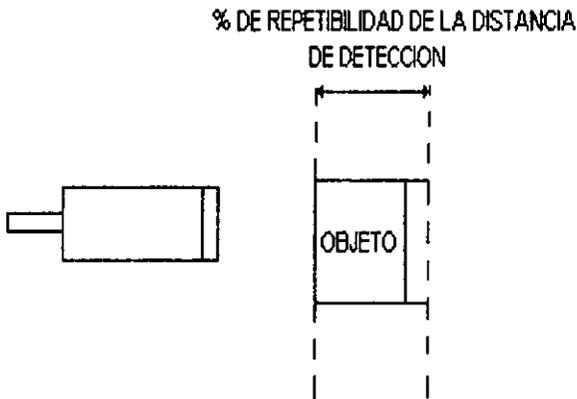


Figura 35.- Repetibilidad en un sensor

FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN

Corresponde a la cantidad de conmutación por segundo que se puede alcanzar en condiciones normales de operación. En otras palabras es la velocidad relativa de sentido

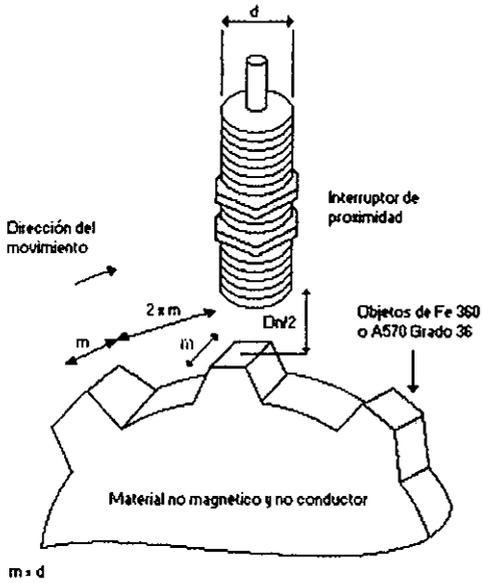


Figura 36.- Ajuste estándar de la frecuencia de conmutación.

VII.4.- DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES SIN CONTACTO.

Como ya se mencionó los sensores sin contacto pueden ser del tipo:

- Inductivo
- Capacitivo
- Fotoeléctrico
- Ultrasónico
- Infrarrojo

SENSOR INDUCTIVO.

Son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar objetos metálicos.

Consta de cuatro componentes básicos:

- Conjunto de núcleo de ferita y bobina
- Oscilador
- Circuito activador o de disparo
- Circuito de salida

Operan según el principio del oscilador neutralizado de corrientes parásitas ECKO (Eddy Current Killed Oscillator), En estos sensores se genera un campo electromagnético, cuando un objeto metálico entra en este campo, se inducen corrientes de superficie (corrientes parásitas) en el objeto metálico, las cuales restan energía al campo electromagnético, dando lugar a una pérdida de energía en el circuito oscilador y, por lo tanto, a una reducción de la amplitud de la oscilación. El circuito activador detecta este cambio y genera una señal de encendido o apagado. Cuando el objeto sale del campo electromagnético, el oscilador se regenera y el sensor vuelve a su estado normal.

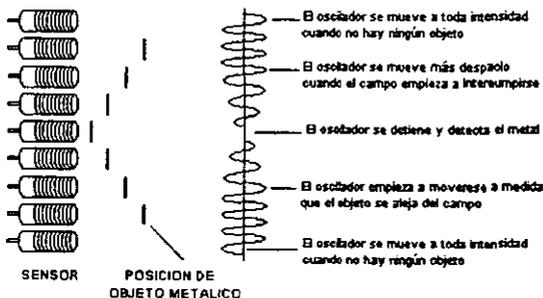


Figura 37.- Sensor Inductivo.

SENSOR CAPACITIVO.

Estos sensores detectan objetos metálicos y no metálicos, ya sean sólidos o líquidos, si bien son más apropiados para detectar objetos no metálicos debido a sus características y costo en comparación con los sensores de proximidad inductivos. Se componen de lo siguiente:

- Sonda o placa capacitiva
- Oscilador
- Detector de nivel de señal
- Dispositivo interruptor de salida de estado sólido.

Son similares a los inductivos en cuanto a su tamaño, forma y "concepto". Sin embargo, a diferencia de estos últimos que utilizan campos magnéticos para detectar objetos, los capacitivos reaccionan a alteraciones en campos electrostáticos. Detrás de la cara del sensor existe una placa condensadora, al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.

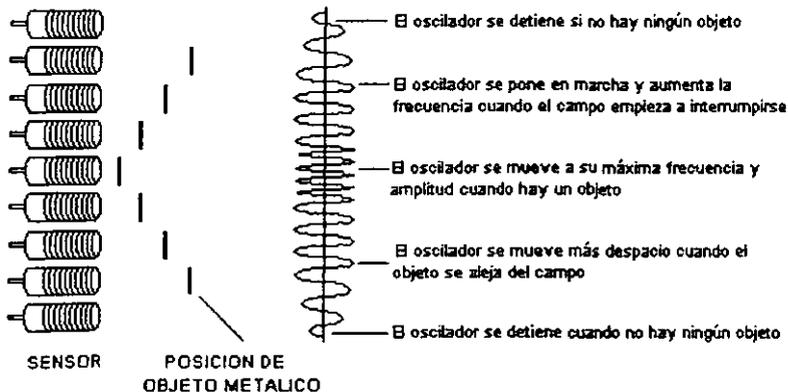


Figura 38.- Sensor Capacitivo

SENSORES FOTOELÉCTRICOS.

En su forma más básica, un sensor fotoeléctrico se puede considerar como un interruptor en el que la función del accionador mecánico o palanca se sustituye por un haz de luz. Al sustituir la palanca por un haz de luz, el dispositivo se puede utilizar en aplicaciones que requieren distancias de detección que van de menos de 1 pulgada a varios cientos de pies. Constan de cinco componentes básicos:

- Fuente de luz
- Detector de luz
- Lentes
- Circuito lógico
- Salida

Una fuente de luz, que en la mayoría de los casos es un LED (Diodo Emisor de Luz) envía el haz hacia un objeto, un receptor de luz dirigido hacia el mismo objeto, detecta la presencia o ausencia de luz cuando el haz es interrumpido por la presencia de un objeto, el receptor puede ser otro sensor, un espejo reflector o el mismo sensor que puede contener el emisor y el receptor en el mismo cuerpo. La detección de esta luz genera una señal de salida (que puede ser analógica o digital) hacia un accionador, controlador o computadora.

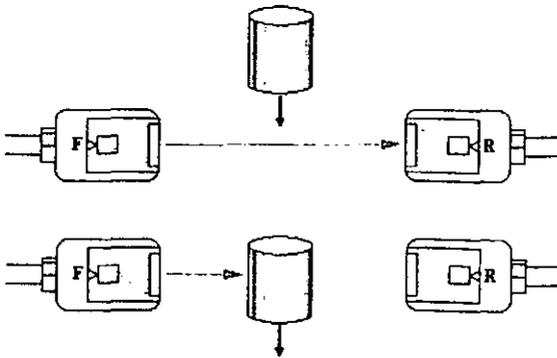


Figura 39.- Sensor Fotoeléctrico

SENSORES ULTRASÓNICOS.

Estos sensores emiten un pulso de sonido que se refleja en los objetos que entran en el campo de ondas, el sensor recibe el sonido o "eco", y genera una señal de salida que puede ser analógica o digital.

La tecnología de detección ultrasónica se basa en el principio según el cual el sonido tiene una velocidad relativamente constante. El tiempo necesario para que el haz llegue al objeto y vuelva es directamente proporcional a la distancia a la que se encuentra el objeto. Son capaces de detectar la mayoría de los objetos o personas que posean una reflectividad acústica suficiente.

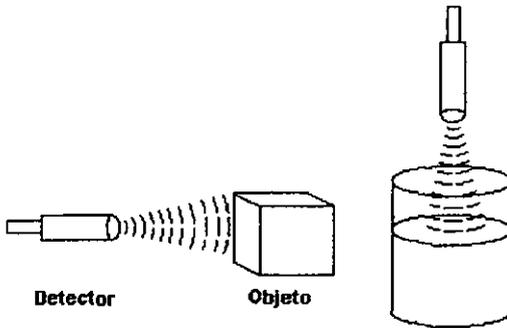


Figura 40.- Sensor Ultrasónico

Constan de cuatro componentes:

- Transductor / receptor
- Comparador
- Circuito detector
- Salida de estado sólido



Figura 41. - Componentes de un sensor ultrasónico

El transductor ultrasónico emite pulsos en forma de ondas sonoras desde la cara del sensor. A su vez el transductor recibe los "ecos" de las ondas reflejadas por un objeto o persona. Cuando el sensor recibe el "eco", el comparador calcula la distancia evaluando los tiempos de emisión-recepción de acuerdo a la velocidad del sonido. La salida de estado sólido genera una señal eléctrica que se debe interpretar con un dispositivo adecuado. La señal procedente de los sensores digitales indica la presencia o ausencia de un objeto o persona dentro del campo de detección. En general los sensores industriales operan entre 25 y 500 kHz. La frecuencia de detección es inversamente proporcional a la distancia de detección. El margen de detección de un sensor ultrasónico corresponde al área comprendida entre los límites de detección mínima y máxima.

Distancia de detección mínima.

Es la distancia mínima a la que puede estar un objeto con respecto al sensor sin devolver ecos que sean ignorados o detectados erróneamente por el sensor.

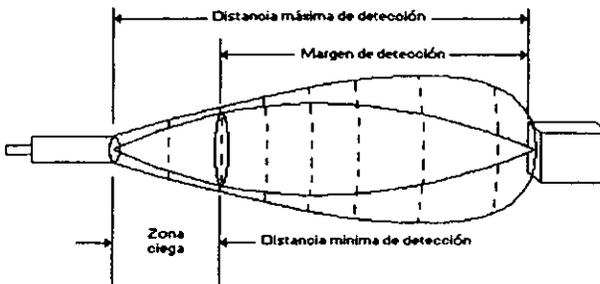


Figura 42.- Distancia de detección mínima.

Distancia de detección máxima.

El tamaño y el material del objeto determinan la distancia máxima a la que se puede detectar el objeto. Cuanto más difícil de detectar es un objeto, más corta es la distancia de detección máxima. Los materiales que absorben el sonido (espuma, algodón, caucho, etc.) son más difíciles de detectar que los materiales acústicamente reflectivos, como el acero, el plástico o el vidrio. Si se logra detectar, estos materiales absorbentes pueden limitar la distancia de detección máxima. Cuanto más lejos esté el objeto del sensor, más tiempo tardará la recepción del eco.

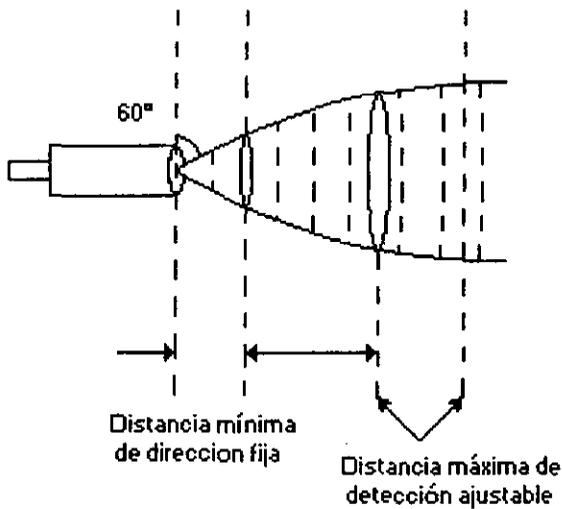


Figura 43. -Distancia de detección máxima

VENTAJAS DEL SENSOR ULTRASÓNICO.

- Pueden detectar objetos hasta una distancia de 49 pies (15 m.)
- Su respuesta no depende del color de la superficie, ni de la reflectividad óptica del objeto
- La precisión en cuanto a detección repetida con salida digital (encendido / apagado) es excelente, se pueden ignorar objetos de fondo incluso a grandes distancias de detección ya que la histéresis de conmutación es relativamente baja.

DESVENTAJAS DE LOS SENSORES ULTRASÓNICOS.

- Deben ver una superficie en forma perpendicular para recibir un eco amplio, además para que la detección sea exacta.
- Aunque muestran una buena inmunidad al ruido de fondo, es probable que produzcan respuestas falsas a ruidos intensos, como el "silbido" producido por conductos de aire y válvulas de seguridad.
- Requieren un cierto tiempo para que el transductor se detenga una vez iniciada cada transmisión, antes de que estén preparados para recibir los ecos del entorno, como resultado, sus tiempos de respuesta suelen ser más lentos (aprox. 0.1 seg.) que los de otras tecnologías
- Necesitan de una distancia de detección mínima.
- Los cambios en las características del ambiente, como la temperatura, la presión, la humedad, el alre y las partículas transmitidas por el aire, afectan la respuesta ultrasónica.
- Los objetos de baja densidad, como la espuma y la tela, tienden a absorber la energía sonora; estos materiales pueden ser difíciles de detectar a grandes distancias.
- Las superficies lisas reflejan la energía sonora mejor que las irregulares; sin embargo, el ángulo de detección para estas suele ser más crítico que el ángulo de detección para las irregulares.

SENSOR INFRARROJO.

Los sensores pasivos infrarrojos (PIR; Passive Infra-Red),son los mas comúnmente utilizados para la detección de personas, su principio de funcionamiento se basa en detectar la variación en la radiación infrarroja del ambiente o área cubierta por el sensor, el nombre de "Pasivo" se debe a que no emite radiaciones al ambiente, sino que la recibe de todos los cuerpos que estén a una temperatura superior a cero grados Kelvin, ya que a ésta temperatura se emite radiación infrarroja. Se conforman de cuatro componentes básicos:

- Lente Fresnel
- Sensor Piro eléctrico
- Procesador de Señal
- Dispositivo de Salida

La información infrarroja llega al sensor Piro eléctrico a través del lente Fresnel mediante los llamados corredores visuales o haces de detección, éste lente es en sí un conjunto de lentes montados sobre una pieza de plástico especial, cada uno de estos lentes determina un corredor visual. Cuando una persona atraviesa cualquiera de estos corredores, genera un pulso el cual es analizado por la electrónica del sensor visual. Cuando se detecta un cambio de la energía infrarroja en una de las zonas, el sensor determina que el área se encuentra ocupada.

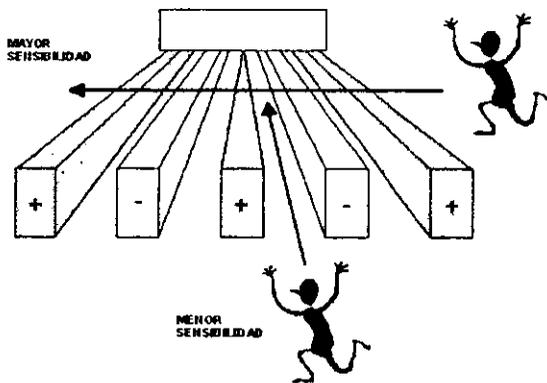


Figura 44. - Patrón de cobertura horizontal y vertical por zonas de un PIR.

VENTAJAS DE LOS SENSORES INFRARROJOS

- No existe interferencia entre las coberturas
- La tecnología PIR permite definir con precisión el 100% el área de cobertura
- La posibilidad de ajustar el contador de pulsos y la sensibilidad, permite optimizar la detección evitando falsas alarmas.

DESVENTAJA DE LOS SENSORES INFRARROJOS

- Los muebles u objetos que interfieren la vista del sensor afectan su área de cobertura
- El sensor no puede "ver" a través del vidrio.

VII.5. - SENSORES DE PRESENCIA.

Después de explicar las características principales de los diferentes tipos de sensores, describiremos brevemente como se aprovechan estas tecnologías en el sensado de presencia para el control de la iluminación. Dentro del campo de la detección de presencia se utilizan las siguientes tecnologías de sensado:

- El sensado infrarrojo pasivo (PIR)
- El sensado Ultrasónico
- El sensado Dual (PIR - Ultrasónico)

SENSADO INFRARROJO PASIVO (PIR)



Figura 45. Sensado Infrarrojo

Estos sensores son ideales cuando la gente se mueve "a través" de sus zonas de sensado.

Se recomiendan en:

- Oficinas cerradas donde los sensores pueden tener una visión clara de toda el área
- Reemplazo de los interruptores comunes de pared
- En áreas con alto flujo de aire: salas de computación, laboratorios, etc.
- Almacenes, vestibulos, lugares con techos altos
- Salas de conferencia

SENSADO ULTRASÓNICO

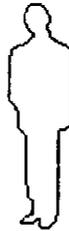


Figura 46. Sensado Ultrasónico

Se utiliza cuando la gente esta moviéndose desde o hacia el sensor

Se recomiendan en:

- Oficinas cerradas, salas de conferencia grandes
- Áreas cerradas mayores a 2000 pies cuadrados
- Bodegas con gabinetes y estantes
- Cuartos de baño
- Oficinas abiertas y espacios que requieren 360° de cobertura
- Vestibulos que están completamente cerrados

SENSADO DUAL (PIR-ULTRASÓNICO)

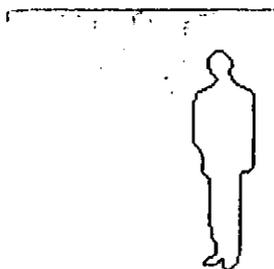


Figura 47. - Sensor Dual

Este tipo de sensado combina la tecnología pasiva infrarroja y la ultrasónica en una sola unidad, provee la mejor solución, en espacios donde alguno de los otros sensores presenta problemas de detección. La combinación del sensor PIR y el ultrasónico aprovecha las ventajas de ambas tecnologías logrando con esto un sensor de gran sensibilidad y gran cobertura

CAPÍTULO VIII

APLICACIÓN DE LOS SENSORES AL PROYECTO DE ILUMINACIÓN

En la actualidad es cada vez más común el uso de los sensores de presencia en casas, oficinas, centros comerciales, industrias y sobretodo en los llamados edificios inteligentes. Su uso está de sobra justificado, sobre todo cuando se trata de ahorrar energía eléctrica, tiempo y esfuerzo.

VIII.1. PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE LOS SENSORES DE PRESENCIA

Para determinar que tipo de sensor de presencia utilizar en determinada área, se requiere de ciertas consideraciones;

TECNOLOGÍA PIR.

- El sensor debe tener una línea de vista directa y clara del área principal de actividad
- No deben existir muebles u objetos que obstruyan la vista del sensor sobre el área
- Las puertas no deben obstruir la línea de vista del sensor
- El sensor no puede "ver" a través del vidrio
- No se debe tener vista directa hacia las puertas
- Altura de montaje: Por cada 0.5 mt. que el sensor se instale arriba de 4.5 mt, la cobertura decrece entre un 10 y un 15%. Altura máxima permisible; 9 mt.

TECNOLOGÍA ULTRASÓNICA.

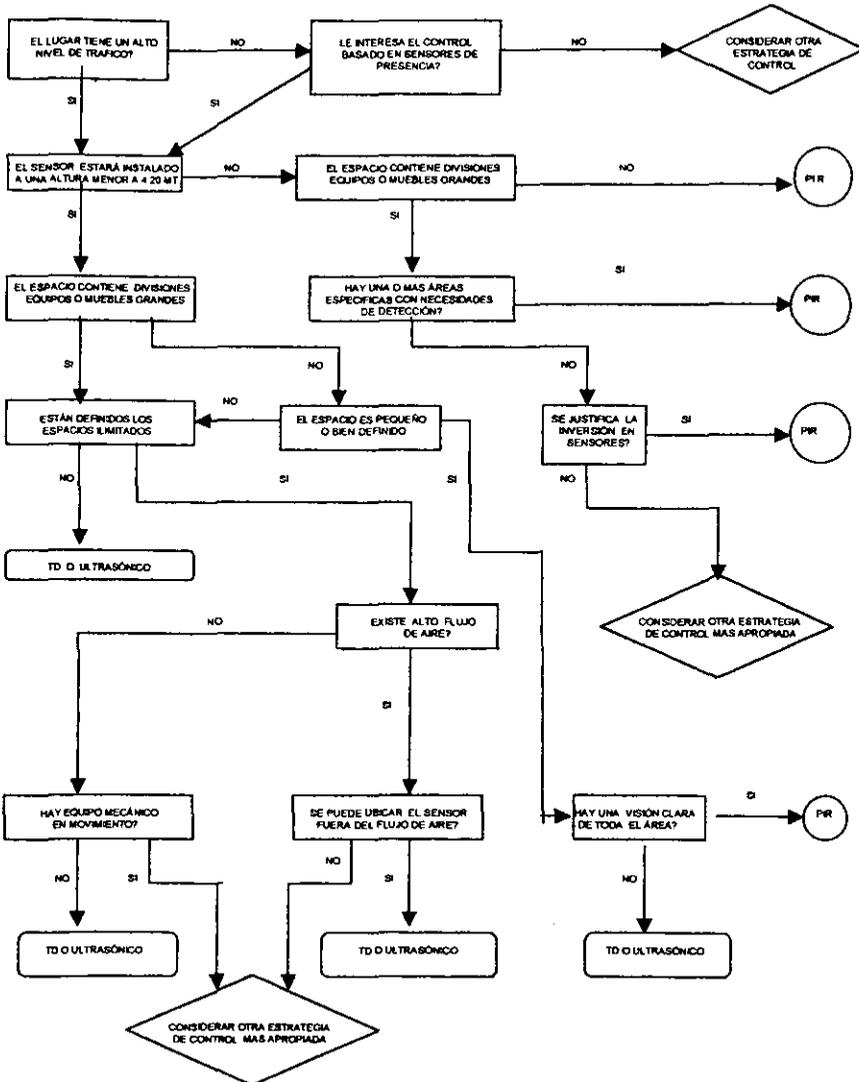
- Se recomienda en lugares con niveles de poca actividad
- Se puede utilizar en lugares con obstáculos o divisiones
- Los sistemas de aire acondicionado y ventilación pueden ocasionar un mal funcionamiento
- La cobertura del sensor no debe salir del área
- Las áreas con alfombra gruesa y materiales antiacústicos pueden reducir la cobertura (absorben las ondas ultrasónicas)
- No se debe instalar a una altura mayor a 4.2 MT

TECNOLOGÍA DUAL.

- Combina las tecnologías PIR y Ultrasónica
- Máxima eficiencia de funcionamiento, evita falsos encendidos.

ESTA TESIS NO DEBE
SER REPRODUCIDA

A continuación presentamos una guía rápida de selección que puede ser una herramienta útil en la selección del sensor mas apropiado para un área determinada.



VIII.2. APLICACIÓN DE LOS SENSORES EJEMPLO PRACTICO.

Tomaremos como referencia el proyecto de Iluminación desarrollado en el Capítulo VI.

Consideraremos únicamente el área de mayor tráfico y mayor nivel ocupacional, esta área tiene las siguientes características:

Largo: 32.4 m

Ancho: 18.2 m

Alto: 2.9 m

Cantidad de escritorios: 98

No. De luminarios a controlar: 91

Tipo de Lámpara: T-8 Fluorescente, 32W , blanco frío

Carga por luminario: 64W

Carga Total a controlar: 5,824 W

Cantidad de computadoras: 42, ubicadas en la hilera de escritorios centrales

La oficina cuenta con aire acondicionado

Paso 1.-

Definiremos que tipo de tecnología utilizaremos; Siguiendo la guía rápida de selección tenemos que:

El lugar tiene un alto nivel de tráfico de personal

El sensor estará colocado a una altura menor a 4.20 m

El espacio no contiene divisiones o muebles grandes

El espacio es grande y esta bien delimitada el área

Existe el flujo de aire emitido por el aire acondicionado

El sensor se puede colocar fuera del flujo de aire

En este punto la guía rápida nos sugiere utilizar la tecnología dual o la tecnología ultrasónica.

Sin embargo la tecnología ultrasónica se recomienda preferentemente en lugares de poca actividad, y su desempeño puede verse afectado por el aire acondicionado y provocar falsos encendidos.

Por otro lado la tecnología dual ofrece la ventaja de que se puede configurar para que trabaje con las dos tecnologías mencionadas, o con cualquiera de ellas. Por lo tanto se utilizará tecnología dual

Paso 2.-

Definiremos la cantidad de sensores a utilizar.

La cantidad de sensores a utilizar esta en función de el área de cobertura del sensor y el número de lámparas a controlar por cada sensor para lograr el mayor ahorro de energía eléctrica posible, sin dementar el nivel de iluminación requerido en ésta área.

Se pueden utilizar sensores en techo y en paredes. Los sensores de pared son mas comúnmente usados en espacios pequeños, a una altura de 1.35 m con respecto al piso, normalmente se utilizan a nivel domestico o comercial. Por tratarse de un área grande se utilizaran sensores en techo con tecnología dual.

La franja central de la oficina contempla 39 escritorios con un arreglo de 13 columnas y 3 filas. De acuerdo al proyecto de iluminación, esta misma área es cubierta por 39 luminarios de 2 X 38W. Fluorescentes 120 VAC.

Contamos con sensores de la marca Hubbell, tecnología dual con las siguientes características:

Modelo ATD2000CRP

2 vías

Área de cobertura máxima: 195 m²

Área de cobertura máxima infrarroja: Patrón circular con un diámetro de 13.50 m

Área de cobertura máxima ultrasónica: Patrón rectangular de 18.50 X 10.50 m

Unidad de control Mod. CU120

Alimentación 120 VAC

Capacidad de carga: 2400W con Balastro a 120 VAC

Capacidad máxima de sensores: 3

Este tipo de sensores (tecnología Dual) presentan diferentes configuraciones de operación:

T A B L A 4

	ESTÁNDAR	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
ENCENDIDO DE LUCES	PIR Y ULTRA	CUALQUIERA	SOLO PIR	PIR Y ULTRA
MANTENER LAS LUCES ENCENDIDAS	CUALQUIERA	CUALQUIERA	CUALQUIERA	PIR Y ULTRA

Nosotros escogeremos la configuración estándar.

También será necesario ajustar el área de cobertura del sensor y lograr el siguiente arreglo:

- 2 sensores controlaran 12 luminarios cada uno (768 W cada uno)
cubriendo un área que abarca 12 escritorios (60 mts² aprox. Cada uno)
- 1 sensor controlara 15 luminarios (960 W) (75 mts² aprox.)
cubriendo un área que abarca 15 escritorios

Las franjas laterales cuentan con 26 luminarios cada una con un arreglo de 2 filas y 13 columnas cada una. Cada franja esta cubierta por 26 luminarios de 2 X 38 W, 120 VAC

Aquí utilizaremos sensores marca Hubbell, tecnología dual con las siguientes características:

Modelo ATD500C

1 vía

Área de cobertura máxima: 46 m²

Área de cobertura máxima infrarroja: Patrón semicircular con un diámetro de 12.0 m

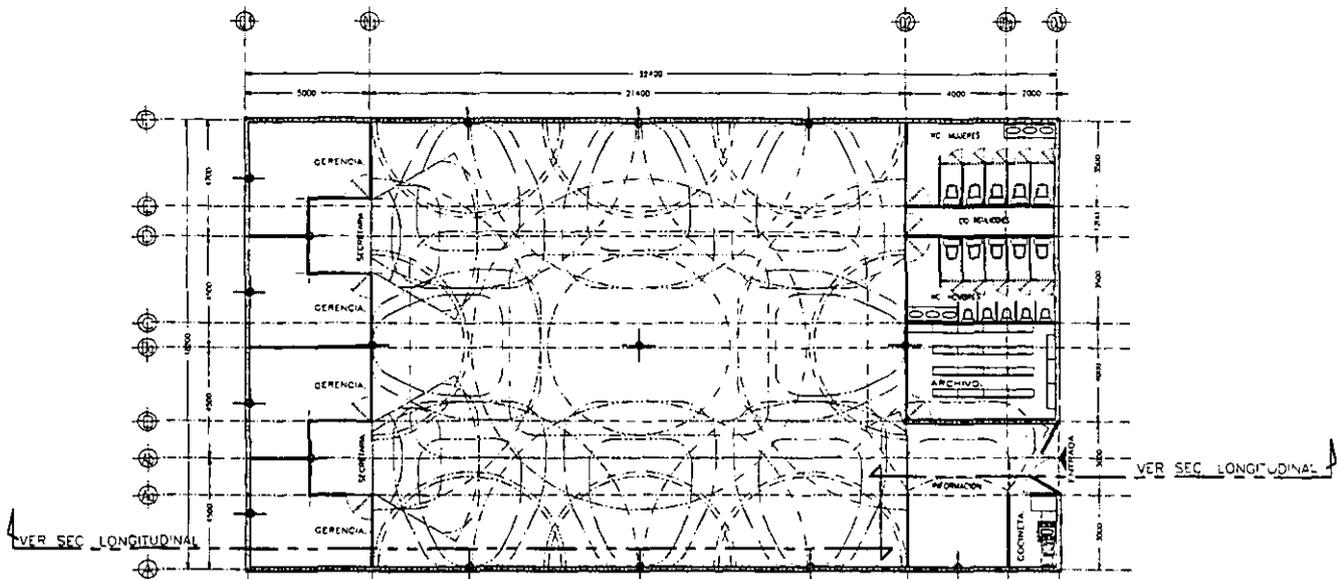
Área de cobertura máxima ultrasónica: Patrón semielíptica de 6 X 6 m

Estos equipos también se configuraran en modo estándar

Ajustando el área de cobertura del sensor tendremos el siguiente arreglo por franja:

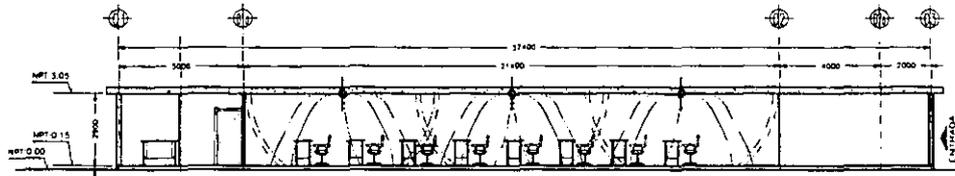
- 2 sensores controlaran 8 luminarios cada uno (512 W cada uno)
cubriendo un área que abarca 8 escritorios (30 mts² aprox. Cada uno)
- 1 sensor controlara 10 luminarios (640 W) (40 mts² aprox.)
cubriendo un área que abarca 10 escritorios

El siguiente dibujo muestra el arreglo de los sensores dentro del área:



PLANTA.

ACOTACIONES : mm.
NIVELES : Mts.



SECCION LONGITUDINAL.

ACOTACIONES : mm.
NIVELES : Mts.

PROYECTO DE ILUMINACION
SENSORES PARA LUMINARIAS.
* OFICINAS GENERALES *

DIBUJO : G.N.S.
REVISOR : NG.M.U.V.
APROBO : ING. F.G.S.
FECHA : 30 / 05 / 01

CONCLUSION

Los sistemas de iluminación dependen de la correcta aplicación de los criterios a los diseños de iluminación, así como la correcta aplicación de la información fotométrica, para obtener sistemas de iluminación eficaces y óptimos. La oficina que se trata en este trabajo de tesis, es un ejemplo real en el que instalamos 91 luminarios fluorescentes que cubren perfectamente el nivel de iluminación necesario para el trabajo realizado en esta oficina. Primeramente utilizamos el método del lumen para calcular el nivel de iluminación, también utilizamos una herramienta muy eficaz para calcular el nivel de iluminación que es el software de iluminación, que utiliza el método del lumen para el cálculo del nivel de iluminación y, posteriormente, este software emplea el método del punto por punto para comprobar el nivel de iluminación calculado en el método del lumen.

En este trabajo de tesis hacemos una exposición de los sensores de presencia aplicados a los sistemas de iluminación y tratamos los sensores más comúnmente utilizados para iluminación como son: los sensores ultrasónicos, sensores infrarrojos, y los sensores de tecnología dual. Estos sensores de tecnología dual están compuestos por un microcontrolador que permite configurar el sensor para trabajar con una tecnología (ultrasónica o infrarroja) o con ambas tecnologías; los mayores beneficios obtenidos por los sensores de presencia serán el ahorro de energía, y el confort para las personas que laboran en la oficina.

Es importante mencionar que el sistema de iluminación y el arreglo de los sensores propuestos no son la única opción y el sistema puede ser diferente dependiendo de los criterios que se apliquen en el proyecto. A la vez el arreglo de los sensores puede variar de acuerdo a los criterios de ahorro de energía, el número de personas que trabajen en el área de cobertura de los sensores, el número de luminarios que controlará cada sensor. En el arreglo de los sensores puede existir un gran número de opciones para acomodar los sensores y este acomodo debe ser funcional sin sacrificar los niveles de iluminación requeridos por las personas que laboran en la oficina.

En lo que se refiere a los sensores mencionaremos que existen una gran variedad de marcas y fabricantes en el mercado, cuyos catálogos están a la disposición de los diseñadores.