

49



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS  
"DISEÑO DE LA ILUMINACION DE UN  
DEPARTAMENTO"

**TRABAJO DE SEMINARIO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

**L U I S L O P E Z C A S A S**

ASESOR:

M. EN A. I. PEDRO GUZMAN TINAJERO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 2002

TESIS CON  
SELLA DE ORIGEN



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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

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

NOMBRE: Lopez Casas Luis

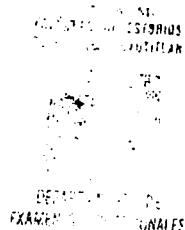
FECHA: 17 de Octubre de 2002

FIRMA: [Signature]

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



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. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario "Iluminación e Instalaciones Eléctricas. "Diseño de la Iluminación de un Departamento".

que presenta el pasante: Luis López Casas  
con número de cuenta: 9201839-0 para obtener el título de  
Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Septiembre de 2002

MODULO	PROFESOR	FIRMA
II	M. e. A. I. Pedro Guzmán Tinajero	
III	Ing. Casildo Rodríguez Arciniega	
IV	Ing. Ramón Osorio Galicia	

## **AGRADECIMIENTOS:**

**Ante todo doy gracias a la vida que me dio la oportunidad de ser partícipe de una gran odisea y aventurarme dentro de sus claras y oscuros, en sus risas y llantos, en sus obstáculos dentro de los cuales cabe éste humilde trabajo de seminario.**

**Agradezco infinitamente a mis padres.**

**Sra. María Luisa Casas Guadarrama  
Sr. Luis López Lara**

**El apoyo incondicional que brindan para que éste humilde servidor llegara hasta aquí, no tengo palabras para demostrar lo mucho que los quiero y los admiro, solo puede decir una sola cosa, GRACIAS.**

**A mis hermanos:**

**Mónica López Casas  
Jorge López Casas**

**Por compartir conmigo sus vidas enteras.**

**Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de incorporarme a sus filas, ya que he estado en ella desde mis estudios de educación media superior.**

**Gracias a la Facultad de Estudios Superiores Campo 4 que fue el recinto donde fueron forjados mis estudios universitarios, a mis amigos, compañeros y absolutamente a todos los profesores de las diferentes asignaturas y al Seminario de titulación, que no me atrevo a mencionar sus nombres porque sería una ofensa emitir alguno de ellos porque todos tienen para mí la misma importancia.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **A MANERA DE PRESENTACIÓN:**

**Este trabajo fue pensado a raíz de la necesidad de dos cosas: la primera la opción que existe de la titulación por medio de los seminarios y en segundo la necesidad de tener una iluminación que sea digna de un país como el nuestro.**

**Desde épocas memorables a existido la necesidad de tener una buena visión, ya sea diurna o nocturna, en la nocturna se tiene la exigencia de mantener un buen nivel de iluminación debido a que nos cuesta mas trabajo ver de noche, en la mayoría de los casos la visión de día es apoyada por una fuente irremplazable de iluminación que nos proporciona luz de manera gratuita y excelente por naturaleza, el sol.**

**El estudio realizado en esta tesina está enfocado a la iluminación artificial para casa habitación porque hoy en día es casi una prioridad tener en casa una fuente de iluminación que sea eficiente, accesible, y que nos permita mantener iluminada nuestra casa sin perder tanto dinero.**

## INDICE

### Capítulo 1: Antecedentes

1.1 Conceptos de luz -----	1
1.1.1 La rapidez de la luz -----	2
1.1.2 La luz y los materiales transparentes y opacos -----	3
1.1.3 Ondas electromagnéticas -----	4
1.2 El ojo humano -----	6
1.2.1 Qué hacer ante algunos padecimientos oculares -----	7
1.2.2 Algunos padecimientos -----	7

### Capítulo 2: Introducción

2.1 Conceptos de Iluminación artificial -----	10
2.2 Fórmulas para el cálculo de la iluminación-----	15
2.2.1 Información técnica -----	15
2.2.2 Terminología -----	16
2.2.3 Método del Lumen -----	18

### Capítulo 3: Desarrollo del cálculo de la iluminación de un departamento

3.1 Aplicación y Descripción -----	21
Planos Generales -----	22
Cálculos -----	26
Cálculos usando el programa Visual 2.2 -----	33
Conclusiones -----	39
Bibliografía -----	40

OBJETIVO

E

HIPOTESIS



## **OBJETIVO**

**Realizar los cálculos pertinentes para la iluminación de un departamento y elegir un luminario adecuado para dicho fin.**

## **HIPOTESIS**

**Demostrar que los niveles de iluminación proporcionados por los luminarios de luz fluorescente son suficientes para iluminar una casa habitación.**

# *CAPITULO 1*

# *ANTECEDENTES*

**CAPITULO I: ANTECEDENTES**

**1.1 CONCEPTOS DE LUZ**

La luz ha sido objeto de estudio durante miles de años. Algunos de los filósofos griegos pensaban que la luz consistía en diminutas partículas capaces de entrar en el ojo para crear la sensación de la visión.

Otros entre ellos Sócrates y Platón, pensaban que el acto de ver se debía a que el ojo emitía cintas o filamentos que hacían contacto con el objeto. Euclides era partidario de este enfoque, y preguntaba de qué otra manera se podía explicar el hecho de que no vemos una aguja en el suelo hasta que ponemos los ojos en ella.

Hasta los tiempos de Newton, e incluso después, muchos filósofos y científicos pensaban que la luz se componía de partículas. No obstante, un griego, Empédocles, enseñaba que la luz se propagaba en forma de ondas. Uno de los contemporáneos de Newton, el científico holandés Christian Huygens, afirmaba también que la luz era una onda.

La teoría corpuscular se apoyaba en el hecho de que la luz parecía propagarse en línea recta y no se extendía hacia los lados como las ondas. Huygens aportó pruebas de que en ciertas circunstancias la luz sí se extiende hacia los costados (se trata del fenómeno de la difracción).

Otros científicos encontrarían mas tarde pruebas a favor de la teoría ondulatoria esta teoría gozó de gran fama en el siglo XIX.

Entonces, en 1905, Einstein publicó una teoría que explicaba el *fenómeno fotoeléctrico*. Según esta teoría, la luz se compone de partículas (paquetes sin masa de energía electromagnética concentrada) que más tarde recibieron el nombre de **fotones**.

Hoy en día los científicos están de acuerdo que la luz tiene una naturaleza dual: en parte corpuscular (como partícula) y en parte ondulatoria (onda). Para el estudio de esta tesina se hablará de la luz en su comportamiento de onda.

***1.1.1 LA RAPIDEZ DE LA LUZ***

No se supo si la luz viajaba instantáneamente o con una rapidez finita sino hasta finales del siglo XVII. Galileo trató de medir el tiempo que tarda un rayo de luz en viajar hasta un espejo lejano y de regreso, pero el intervalo era tan corto que no se podía medir. Otros intentaron hacer este experimento con distancias mayores enviando señales luminosas entre las cimas de dos montañas distantes por medio de linternas. Lo único que consiguieron fue medir sus propios tiempos de reacción.

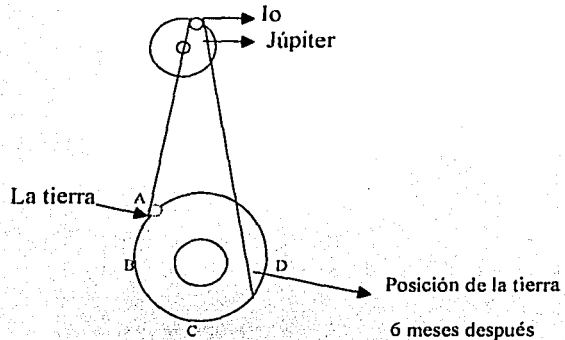
El astrónomo inglés Olaus Roemer fue el primero en demostrar, alrededor de 1675, que la luz se propaga con una rapidez finita. Roemer hizo mediciones muy cuidadosas de los periodos de las lunas de Júpiter. La más cercana al planeta Io, puede verse con un telescopio pequeño, y Roemer determinó que daba una vuelta completa alrededor de Júpiter en 42.5 horas. Io desaparece periódicamente tras la sombra de Júpiter, lo que permite medir su periodo con gran precisión. Roemer se percató con sorpresa de que había una irregularidad en sus mediciones del periodo de Io: descubrió que cuando la tierra se alejaba de Júpiter digamos de la posición B a la C las mediciones de los periodos de Io arrojaban un valor ligeramente superior al promedio. Cuando la tierra se aproximaba a Júpiter, digamos de la posición E a la F, los periodos medidos eran menores que el promedio. Roemer estimó que la diferencia discrepada acumulada entre las posiciones A y D eran unos 22 minutos respecto a las observaciones realizadas en el punto A.(fig. 1)

El fisico holandés Christian Huygens interpretó correctamente esta discrepancia. Cuando la tierra estaba más lejos de Júpiter era la luz la que la retrasaba, no la luna misma. Io entraba en la sombra de Júpiter en el momento previsto, pero la luz que llevaba el mensaje no llegaba a Roemer sino después de haber recorrido una distancia adicional igual al diámetro de la órbita terrestre. No se sabe a ciencia cierta si Huygens conocía el valor de esa distancia.

En cualquier caso, ahora sabemos que esa distancia es igual a 300,000,000 Km. Si empleamos el tiempo correcto de 1000 segundos para que la luz atraviese la órbita terrestre, el cálculo de la rapidez de la luz es muy sencillo:

$$\text{Rapidez de la luz} = \frac{\text{distancia adicional recorrida}}{\text{Tiempo adiciona medido}}$$

$$= \frac{300,000,000 \text{ Km.}}{1000 \text{ s.}} = 300,000 \text{ Km./s.}$$



*Fig. 1 Método Roemer para determinar la rapidez de la luz.*

### 1.1.2 LA LUZ Y LOS MATERIALES TRANSPARENTES Y OPACOS

La luz es energía transportada por una onda electromagnética generada por cargas eléctricas que vibran. Cuando la luz incide en la materia, obliga a los electrones de la misma a vibrar. Así pues, las vibraciones de un emisor se transfieren a un receptor. Esto es similar en cierto sentido a la manera como un receptor recibe un sonido aunque en otros aspectos es diferente.

La respuesta exacta de un material receptor a una onda de luz que incide en él depende de la frecuencia de la luz y de la frecuencia natural de los electrones del material. La luz visible vibra con gran rapidez: mas de 100 billones de veces por segundo ( $10^{14}$  hertz). Para que un objeto con carga responda a estas vibraciones ultra rápidas debe tener muy poca inercia. La masa de los electrones es lo bastante pequeña para que puedan vibrar con esta rapidez.

El vidrio y el agua son dos materiales que permiten el paso de la luz en línea recta. Decimos que son transparentes a la luz.

## CAPITULO 1

La mayor parte de los materiales absorben la luz sin re - emitirla con lo que impide su paso, es decir, son materiales opacos. La madera las piedras y las personas en general son opacos a la luz visible. En un material opaco todas las vibraciones coordinadas que imparte la luz a los átomos y moléculas se convierten en energía cinética aleatoria, esto es, en energía interna. El material se calienta ligeramente.

También los metales son opacos. Un hecho interesante es que en los metales los electrones de los átomos no están unidos a un átomo en particular, sino que pueden vagar libremente con muy pocas restricciones por todo el material.

Nuestra atmósfera es transparente a la luz visible y a una parte de la infrarroja, pero afortunadamente es casi opaca alas ondas ultravioleta (UV) de alta frecuencia. La pequeña cantidad de radiación ultravioleta que consigue atravesar la atmósfera es la causa de las quemaduras del sol.

Si toda la radiación UV pudiese penetrar no podríamos exponernos al sol sin una protección adecuada. Las nubes son semi - transparentes a la radiación UV; por eso podemos sufrir quemaduras de sol en un día nublado. La radiación UV se refleja también en la arena y en el agua; esto hace posible que el sol nos queme bajo una sombrilla de playa.

Cuando un cuerpo llega a absorber la mayoría del flujo de luz se dice que está produciendo una sombra.

### *1.1.3 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS*

La luz es energía emitida por cargas eléctricas aceleradas, en muchos casos por electrones en el interior de los átomos. Esta energía se propaga en una onda que es en parte eléctrica y en parte magnética. Esta onda es una **onda electromagnética**.

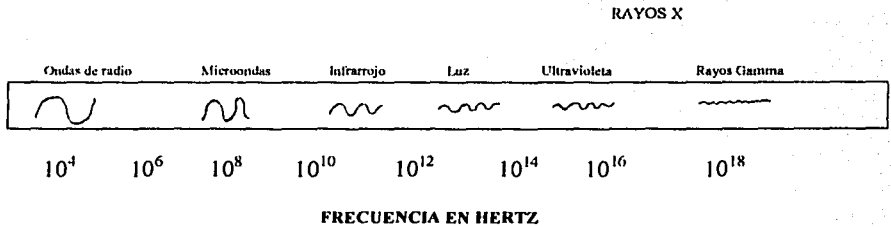
La luz visible es una pequeña porción de una amplia gama de ondas electromagnéticas que incluye ondas tan conocidas como las ondas de radio, las microondas, y los rayos X.

La luz de menor frecuencia que podemos ver es la de color rojo. Las frecuencias visibles más altas casi duplican el valor de la frecuencia del rojo y

## CAPITULO 1

corresponden al color violeta. Las ondas electromagnéticas cuya frecuencia es menor a la de la luz visible roja se llaman **infrarrojas**.

Las lámparas de calor emiten ondas infrarrojas. Las ondas electromagnéticas cuya frecuencia es mayor a la del color violeta en la luz visible son llamadas **ultravioleta**.



**Fig. 2 El espectro electromagnético**

## 1.2 EL OJO HUMANO

A grandes rasgos, el ojo humano se parece a la cámara fotográfica en muchos aspectos. El **iris**, que es la parte colorida que rodea la abertura llamada **pupila**<sup>1</sup>, regula la cantidad de luz que entra. La luz penetra por la cubierta transparente llamada **córnea**, atraviesa la pupila y el cristalino y se enfoca en una capa de tejido que está en la parte posterior del ojo y que es extremadamente sensible a la luz: la **retina**.

Las diferentes partes de la retina reciben luz de distintas direcciones.

La retina no es uniforme, en el centro de nuestro campo de visión hay una pequeña región donde la visión es mas clara. Esta zona se llama **fóvea** y con ella vemos con mucho mayor detalle que con las regiones laterales del ojo.

Hay también un punto de la retina del que parte el haz de nervios que transmite la información visual. Se trata del **punto ciego**. Se puede comprobar que tenemos un punto ciego en cada ojo, si al sostener esta página con los brazos extendidos cerrando el ojo izquierdo mirando el círculo de la figura 3 solo con el ojo derecho. A esta distancia se puede ver tanto el círculo como la X. Ahora se va desplazando la hoja lentamente hacia el rostro, con el ojo derecho fijo todavía en el círculo, se llegará a una posición donde la X desaparece.



**Fig. 3 Experimento del punto ciego**

---

<sup>1</sup>El orificio de la pupila se ve normalmente negro porque la luz penetra en él pero no sale.



### **1.2.1. QUÉ HACER ANTE ALGUNOS PADECIMIENTOS OCULARES**

Existen muchos tipos de padecimientos oculares, los cuales a veces no permiten una buena apreciación de los objetos visibles, la pregunta es ¿Qué hacer ante un padecimiento ocular?

Lo primero que se debe hacer ante estos casos es investigar los antecedentes del mismo padecimiento (traumatismos, exposición a sustancias químicas, polvo, lugares contaminados, exposición prolongada a la luz intensa, etc.). Después interrogarse si: hay secreción, tiempo de evolución, sensación de cuerpo extraño, lagrimeo, dolor, irritación, y sobre todo si hay disminución de la agudeza visual.

También hay que explorar la agudeza visual con la cartilla de Snellen, ojo rojo, condiciones de la conjuntiva, se debe identificar el tipo de secreción y también se debe verificar la transparencia de la córnea..

**Examen de la conjuntiva:** La inspección macroscópica de la conjuntiva puede efectuarse con una lámpara de mano, observándose las características de la coloración, vasos sanguíneos, y presencia de secreciones.

### **1.2.2 ALGUNOS PADECIMIENTOS**

**Conjuntivitis :** El término conjuntivitis se refiere a la inflamación de la conjuntiva que puede ser secundaria a una gran variedad de padecimientos. La mayoría de las conjuntivitis son de evolución benigna y auto limitada.

La conjuntivitis puede ser de origen infecciosa ya sea por virus o bacteria, y no infeccioso debidas a gran cantidad de estímulos tales como ojo seco, irritaciones ambientales y algunos otros factores.

La conjuntivitis es la causa más común de ojo rojo.

La conjuntivitis se clasifica en varios tipos los cuales son:

- 1) Conjuntivitis viral
- 2) Conjuntivitis alérgica
- 3) Conjuntivitis de recién nacido.

**Glaucoma:** Para su funcionamiento normal, el ojo humano requiere de una presión interna. Esta presión existe para que no se colapsen las paredes del ojo por presiones externas ejercidas principalmente por los párpados y otros músculos oculares externos. Esto se logra mediante una regulación intrínseca del humor acuoso que balancea la cantidad producida contra la cantidad absorbida de éste mismo.

En el estado normal del ojo, la presión interna o presión intraocular (PIO) es de 10 a 20 mm. de hg. En presiones superiores puede haber daño en los tejidos y fibras nerviosas que llevan información a la retina y que forman el nervio óptico.

Debido a que son muchas fibras en el nervio óptico, alrededor de 1 millón, por lo general, una pérdida incipiente no es notable desde el punto de vista clínico; pero si el proceso es largo y sostenido y el daño se hace progresivamente más evidente, se presenta pérdida gradual del campo visual que incluso pueden conducir a la ceguera. A este proceso sostenido del aumento en la presión interna del ojo se le conoce como glaucoma.

**Desprendimiento de retina:** El desprendimiento de retina postraumático (después de un golpe severo) en los niños puede ser un motivo de consulta para el medico general o para el pediatra al presentarse un infante con antecedente de un golpe en el ojo. Este padecimiento se refiere al desprendimiento de la retina ( como su nombre lo indica) de la coroides, lo cual repercute en la pérdida del campo visual del individuo manifestándose en una “cortina” bajando el nivel de visión.

**Quemaduras oculares:** Las quemaduras de la superficie ocular se han dividido de manera clásica en dos: térmicas y químicas. Ambas se presentan como complicaciones secundarias a accidentes familiares, laborales o agresiones intencionadas.

Las quemaduras térmicas son las que nos interesan en éste capítulo y son en la mayoría de los casos leves e instantáneas y rara vez llegan a entrar en contacto con la superficie ocular. Cuando esto sucede el epitelio corneal se pierde parcial o completamente dando origen a erosiones superficiales y quemaduras graves, a ulceraciones de tamaño variable.

**Ojo seco:** Las lágrimas son una solución acuosa con electrólitos y algunas enzimas. La película lagrimal tiene tres capas, la mas importante en grosor y

## **CAPITULO 1**

función es la capa acuosa que proporciona lubricación a la superficie corneal, contiene elementos nutritivos y difunde libremente el oxígeno para la respiración del ojo en general.

La ausencia parcial o total de ésta capa produce lo que se le conoce como un cuadro de ojo seco, cualquiera que se a la causa al romperse uno o varios puntos de la película lagrimal se reseca el ojo en general.

Para este padecimiento se recomienda acudir al médico:

\*Para todo individuo con sensación de ojo seco y disminución de la agudeza visual acudir al oftalmólogo si tiene cuadros repetitivos de secreción y ojo seco:

\*Toda aquella persona que no mejore con la aplicación de lágrimas artificiales.

**Astigmatismo:** Es uno de los defectos más comunes. Un 35% de las personas que necesitan corrección visual padece astigmatismo. Se produce por una irregularidad en la curvatura de la córnea o del lente cristalino lo que hace que los rayos de luz entren al ojo y enfoquen a diferentes distancias de la retina. La persona astigmática no puede ver la imagen entera nítida. Los síntomas son; mala visión, mala coordinación leve en los movimientos, fatiga visual y dolores de cabeza.

# CAPITULO 2

## INTRODUCCION

## CAPITULO 2 INTRODUCCION

### 2.1 CONCEPTOS DE ILUMINACION ARTIFICIAL

Como sabemos la luz juega un papel muy importante en la actualidad, debido a que sin ella no podríamos realizar nuestras actividades nocturnas, ni muchas de las que realizamos durante el día; esto es, que la luz artificial no debe asociarse con la comodidad que nos proporciona, sino también con la seguridad que nos brinda al contar con vías de comunicación bien iluminadas, señalizaciones, aparatos y demás cosas en las que utilizamos algo de iluminación.

Ahora bien, se llama fuente luminosa al elemento que emite radiaciones visibles para el ojo humano, es decir que produce la luz. Las fuentes luminosas se dividen en dos tipos:

- A) Naturales
- B) Artificiales

La fuente luminosa artificial mas conocida es el sol, y las fuentes luminosas artificiales son las lámparas eléctricas.

En la actualidad se dispone de una enorme variedad de diferentes tipos de lámparas, en donde se clasifican en :

- 1) Incandescentes
- 2) Fluorescentes

Para **las lámparas incandescentes**, el principio de funcionamiento es el siguiente:

A través de un filamento metálico de cierta resistencia eléctrica se hace circular una corriente eléctrica, lo que produce que el filamento llegue a un punto de incandescencia emitiendo así, radiaciones luminosas y caloríficas.

Las lámparas incandescentes emiten en su mayor parte calor, aproximadamente en un 90% de la energía que consumen y un 10% en luz.

Desde la invención del foco incandescente el principio de funcionamiento es el mismo, a través del tiempo se han presentado pequeñas mejoras, el

hecho de que por décadas se halla utilizado este foco ha originado que se tenga como artículo de uso diario que ya está integrado a nuestras vidas, por lo mismo es un producto de precio económico, y su vida promedio es de 1000 horas.

El uso de éstas lámparas es prácticamente universal, ya que existen diversas presentaciones, voltajes, formas y ofrecen una calidad de luz bastante aceptable.

**Lámparas fluorescentes:** En las lámparas fluorescentes, la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia; esto es debido a una descarga eléctrica en una atmósfera de ciertos gases que se lleva acabo en el interior del tubo, éste tubo generalmente es de longitud grande en comparación con su diámetro, que es pequeño. También existen lámparas fluorescentes en forma de "U" y circulares.

El rendimiento luminoso que se obtiene con estas lámparas es elevado, es decir que se aprovecha casi toda la luz emitida respecto a la potencia que es consumida por la lámpara.

Por otra parte se tienen diferentes tonos de color, esto debido a la mezcla adecuada de sustancias fluorescentes; los tonos de color que se utilizan actualmente son:

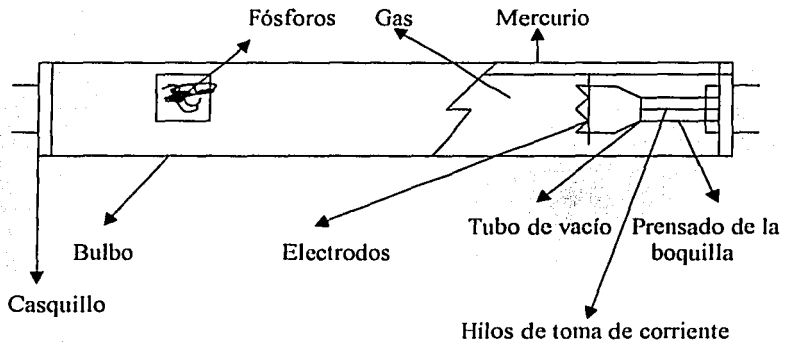
- 1) Luz de día
- 2) Blanco frío
- 3) Blanco cálido

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

Además, las lámparas fluorescentes son lámparas de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, donde la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia.

Ya se mencionó que la descarga se realiza en el tubo de longitud grande en comparación de su diámetro en cuya pared interior lleva una fina capa de sustancias minerales fluorescentes. En los extremos del tubo se sitúan los filamentos, el tubo está relleno de un gas noble, generalmente argón, a una determinada presión y de una pequeña cantidad de mercurio.

Los componentes de una lámpara fluorescente los tenemos indicados en la figura 3:



**Fig. 3 Construcción básica de una lámpara fluorescente**

El bulbo es el cuerpo de la lámpara, se denota por una clave que es "T" que denota "tubular" se determina el tamaño y la forma del mismo, a esta letra le siguen ciertos dígitos que especifican en diámetro del bulbo en octavos de pulgada, por ejemplo, "T-8", "T-12".

Los fósforos delimitan el color de la luz producida por la lámpara y depende de la composición química del fósforo utilizado en el revestimiento interno del bulbo.

Los electrodos consisten generalmente en un alambre de tungsteno de doble o triple enrollamiento espiral. Esta espiral lleva un revestimiento de un material emisor de electrones, (bario, estroncio, óxido de calcio) cuya emisión tiene lugar a una temperatura de  $950^{\circ}\text{C}$ .

El tubo de vacío se utiliza para la extracción del aire, cuando la lámpara está en fabricación y también para introducir en gas en el tubo. El gas que generalmente se utiliza es argón. El mercurio va colocado en muy pequeñas cantidades en el tubo para proveer el vapor de mercurio.

Para encasquillar la lámpara se utilizan diferentes tipos de casquillos, que generalmente son:

G - 13 Para encendido normal

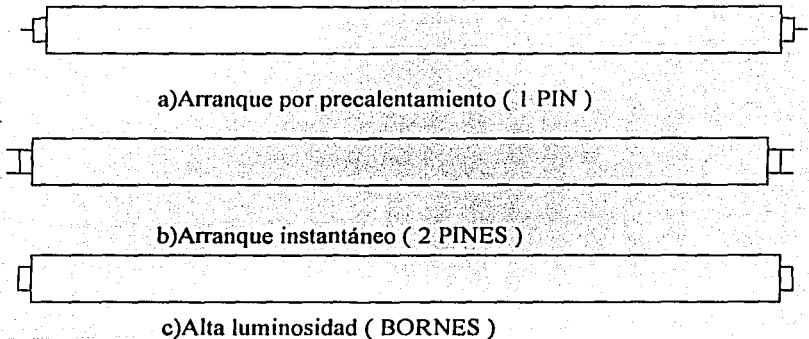
R 17 D Arranque rápido

F A 8 Arranque instantáneo

El prensado de la boquilla lleva los hilos de toma de corriente fusionados en este punto del vidrio de la boquilla.

Los hilos de toma corriente van conectados a los pernos del casquillo y conducen la corriente hasta el cátodo.

En la figura 4 apreciamos los 3 diferentes tipos de lámparas fluorescentes que comúnmente se fabrican:



**fig. 4 Tipos de arranque en lámparas fluorescentes**



## CAPITULO 2

Para que estas lámparas puedan funcionar necesitan de un equipo auxiliar llamado "balastro".

El balastro además de limitar o controlar la intensidad de corriente tiene también la función de regular la corriente necesaria para el precalentamiento de los electrodos y proveer la tensión que ayude al encendido de la lámpara.

En las lámparas de arranque rápido el precalentamiento se obtiene a través de un devanado de calentamiento para cada electrodo, incluido el balastro, estas lámparas no requieren arrancador pues encienden rápidamente.

Las lámparas de arranque instantáneo fueron diseñadas para eliminar el dispositivo de arranque y conseguir un arranque más rápido. El dispositivo de arranque se eliminó al usarse un balastro que suministra a la lámpara una elevada tensión de arranque. Estas lámparas sólo llevan un PIN de contacto en cada extremo y se les conoce con el nombre de slim - line, es decir línea delgada.

## **2.2 CALCULO DE LA ILUMINACIÓN**

### **2.2.1 INFORMACIÓN TÉCNICA**

Luz e iluminación son dos conceptos muy diferentes que frecuentemente se confunden y son mal interpretados. La luz puede definirse como la causa y la iluminación el efecto de la luz en las superficies sobre las cuales incide. Ya se mencionó en el capítulo 1 que la luz tiene un comportamiento de onda electromagnética, capaz de afectar o estimular la visión.

### **FACTORES QUE INTERVIENEN PARA UNA BUENA VISIBILIDAD**

1)Tamaño: Cuando más grande sea un objeto, en términos de ángulo visual, más rápidamente podrá verse. Al no poder aumentar el tamaño de los detalles de una tarea visual, será necesario aumentar el nivel de la iluminación.

2)Tiempo: La visión no es un proceso instantáneo sino que requiere de tiempo. Al aumentarse los niveles de iluminación aumenta la capacidad visual y aumenta al mismo tiempo, la velocidad de percepción.

3)Brillantez: La brillantez de un objeto depende de la cantidad de luz que incide sobre él y la proporción en la cual la luz es reflejada hacia el órgano visual. Aumentando el nivel de iluminación en una superficie oscura es posible aumentar su brillantez.

4)Contraste: Es la relación que existe entre las luminancias de un objeto y su inmediato alrededor. Los niveles altos de iluminación compensan en parte los bajos contrastes en brillantez y son de gran asistencia donde no se pueden tener condiciones de alto contraste.

### 2.2.2 TERMINOLOGÍA

**Adaptación:** proceso mediante el cual el sistema visual se acostumbra a una menor o mayor cantidad de luz, o a la luz de color diferente.

**Absorción:** Es la particularidad que tienen los materiales de transformar total o parcialmente la energía luminosa que incide sobre ellos en otra forma de energía.

**Acomodación:** Proceso por el cual el ojo cambia de foco al variar la distancia del objeto observado.

**Balastro:** Dispositivo electromagnético o electrónico usado para operar las lámparas eléctricas de descarga. Sirve para proporcionar a éstas las condiciones de operación necesarias como son: tensión corriente y forma de onda.

**Candela:** Unidad de intensidad luminosa igual a un lumen por steradián (lm. / st.). También se define como la intensidad luminosa emitida por una vela puesta en posición horizontal.

**Cavidad de cuarto:** Es la cavidad formada por el plano de luminarios y el plano de trabajo.-

**Cavidad de piso:** Es la cavidad formada por el plano de trabajo y el piso.

**Cavidad de techo:** Es la cavidad formada por el plano de luminarios y el techo.

**Coefficiente de utilización:** Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por un luminarios que incide sobre el plano de trabajo Y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas del luminario.

## CAPITULO 2

**Depreciación de lúmenes de la lámpara (L. L. D.):** Es la pérdida de la emisión luminosa emitidos por la lámpara debido al uso normal de operación. El significado de las siglas es Lamp Lúmen Depreciation.

**Depreciación por suciedad del luminario (L. D. D.):** La acumulación de suciedad en los luminarios trae como consecuencia una pérdida sustancial en la emisión luminosa, y por lo tanto pérdidas de iluminación en el plano de trabajo. A ésta pérdida se le conoce como factor LDD (light dirt depreciation).

**Factor de mantenimiento:** Factor utilizado en el cálculo de la iluminación bajo las condiciones dadas de tiempo y uso.

**FOOTCANDLE:** Unidad de nivel luminoso en sistema inglés dado por lúmenes por pie cuadrado (Lm. / ft<sup>2</sup>).

**Flujo luminoso (Ø):** Es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente luminosa en unidad de tiempo, su unidad es el lúmen. (Lm).

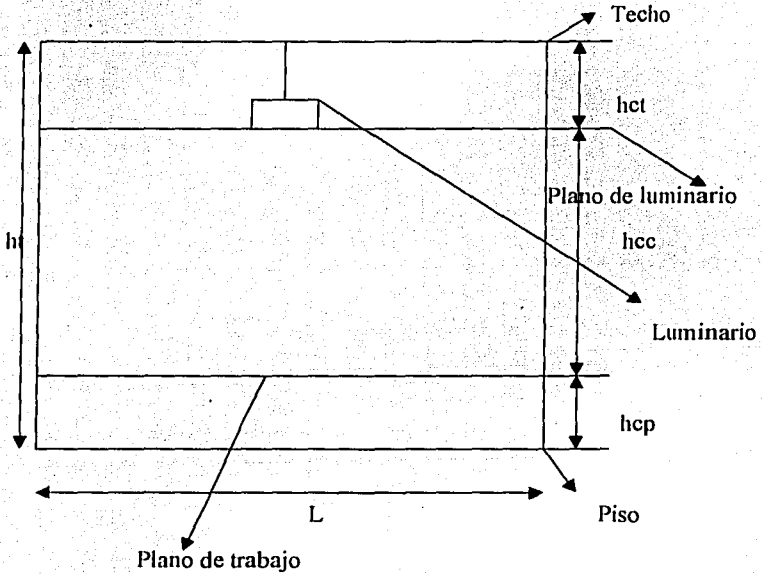
**Iluminancia (E):** Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie

$E = \frac{\Phi}{m^2}$  y es directamente proporcional a la densidad luminosa e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia. Su unidad es el lux. El factor de conversión de footcandle a luxes es:

$$1 \text{ footcandle} = 10.76 \text{ luxes.}$$

**2.1.3 MÉTODO DE LUMEN**

Este Método es muy utilizado para calcular el nivel de iluminación y / o cantidad de luminarios para un nivel deseado. Para ello en la figura 5 se denotan los diferentes tipos de cavidades para realizar dicho cálculo:



Hcc = cavidad de cuarto

Hcp = cavidad de piso

Hct = cavidad de techo

Ht = altura total

L = ancho del cuarto

**Fig. 5 Ubicación de los diferentes tipos de cavidades para el cálculo de la iluminación**

Habiendo identificado los elementos que intervienen en la determinación de los niveles de iluminación, cabe mencionar las fórmulas para dicho cálculo:

PARA INTERIORES:

$$E = \frac{(LM / Lum) (No. de lum.) (C.U.) (F.M.)}{\text{AREA DEL LUGAR}} \text{----- (1)}$$

AREA DEL LUGAR

Donde: LM / Lum – son los lúmenes que proporciona cada luminario.

No. de lum. – es el número de luminarios requerido para esa área.

C. U. – es el llamado coeficiente de utilización.

F. M. – es el llamado factor de mantenimiento.

*DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN*

MÉTODO DE INDICE DE CUARTO (I<sub>c</sub>):

$$I_c = \frac{\text{AREA}}{H \text{ cc ( largo + ancho)}} \text{----- (2)}$$

MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL:

Areas regulares:

$$R. C. R. = \frac{5 * hcc \text{ (largo + ancho)}}{\text{Area total}} \text{----- (3)}$$

Areas irregulares:

$$R. C. R. = \frac{2.5 * hcc * \text{perímetro}}{\text{Area}} \text{----- (4)}$$

Area

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO O PERDIDA DE LUZ (L. L. F. Light Loss Factor)**

Es el producto de los siguientes 8 factores:

**NO RECUPERABLES**

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

**RECUPERABLES**

- 5.- Depreciación por suciedad en la superficie del local.
- 6.- Lámpara quemadas
- 7.- Depreciación por lúmenes de la lámpara (L. L. D<sup>2</sup>.)
- 8.- Depreciación por suciedad acumulada en el luminario (L. D. D.)<sup>3</sup>

Para poder determinar el factor de depreciación de la lámpara es necesario consultar unas tablas, en las cuales se hace mención no solo de dicho factor, sino que también se mencionan otras propiedades de las diferentes lámparas que existen en el mercado especificadas por la potencia que consumen y por el color de la luz que emiten.

Por otro, lado para determinar el factor de depreciación por suciedad, requerimos de la consulta de unas gráficas denominadas curvas de **degradación por suciedad**, en las cuales debemos de tener en cuenta la categoría del luminario para poder elegir la curva adecuada y por medio del tiempo para dar mantenimiento a los luminarios determinar el L. D. D.

---

<sup>2</sup> Lamp lumen depreciation

<sup>3</sup> Luminaire Dirt Depreciation

**CAPITULO 3**  
**CALCULO**  
**DE LA**  
**ILUMINACION**



**CAPITULO 3: DESARROLLO DEL CALCULO DE LA  
ILUMINACION DE UN DEPARTAMENTO**

**3.1 APLICACIÓN Y CALCULOS**

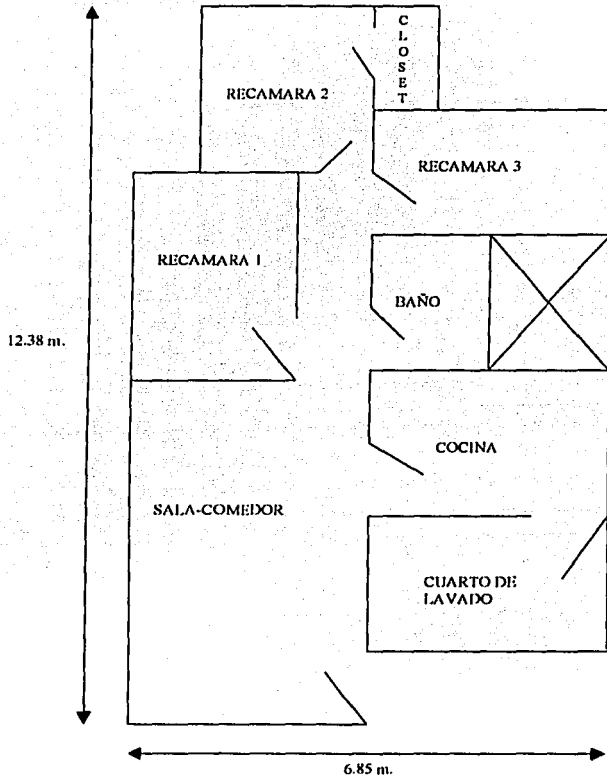
El estudio de esta tesina está basado en el cálculo de la iluminación en cada una de las habitaciones de un departamento, se debe hacer notar que dicha vivienda está ubicada en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México.

Es importante tener una vivienda bien iluminada, ya que en determinadas áreas de la casa se realizan tareas visuales donde se requiere una buena visibilidad así como confort visual, como por ejemplo en el cuanto de lavado de ropa, donde se puede también realizar el planchado de la misma no requiere el mismo nivel de iluminación que por ejemplo una recamara donde no se realiza una tarea visual específica y por lo tanto requerirá de un menor nivel de iluminación.

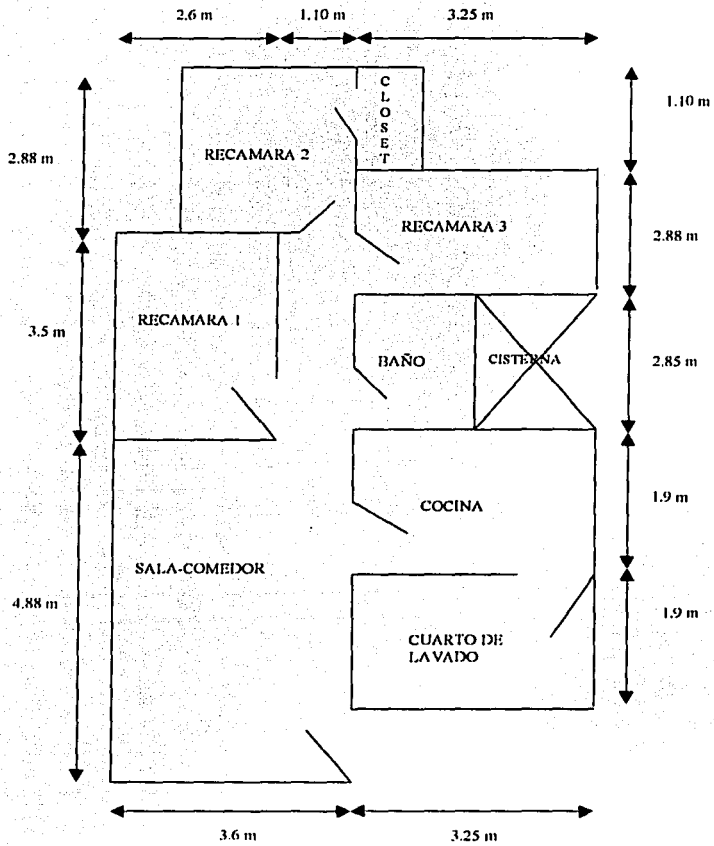
Esencialmente, el departamento consta de 8 áreas dentro de las cuales se encuentran:

- a) Tres recamaras
- b) Un baño completo
- c) Sala – Comedor
- d) Cocina
- e) Cuarto de lavado
- f) Un pequeño pasillo

En total, la vivienda consta de 84.5 m<sup>2</sup> divididos en las diferentes áreas mencionadas anteriormente las cuales se verán sus dimensiones en la figura 6, y 7.



**Fig. 6 Plano general de las instalaciones**



**Fig. 7 Dimensiones de los diferentes espacios del departamento**

Ya estando delimitadas las dimensiones del proyecto se debe seleccionar el luminario con el cual vamos a trabajar, por ser casa habitación y para ahorrar en los gastos se seleccionará el luminario que se adecue para todas las habitaciones, teniendo en cuenta los niveles de iluminación requeridos.

Los niveles de iluminación requeridos en interiores son delimitados por dos importantes sociedades dedicadas a estudios de iluminación las cuales son: la S. M. I. I. (Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación A. C.) y la I. E. S. (Illuminating Engineering Society) cuya traducción al significado de las siglas es: Sociedad de Ingeniería en Iluminación.

Estas sociedades dividen en varias categorías los espacios para obtener los niveles de iluminación los cuales son:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1) Edificios industriales                          | 5) Areas comunes               |
| 2) Oficinas, Escuelas y Edificios públicos         | 6) Alumbrado exterior          |
| 3) Hospitales                                      | 7) Areas deportivas            |
| 4) Hoteles, Restaurantes,<br>Tiendas y Residencias | 8) Alumbrado de<br>Transportes |

Los niveles necesarios a elegir en este caso son los del número 4, ya que involucran los niveles de casa habitación o residencias, por lo cual se tomará solo dicho fragmento de la lista<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Datos extraídos de la publicación "Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México", reimpresión de la revista Ingeniería en Iluminación, Mayo – Junio de 1967.

I. E. S.

S. M. I. I

**RESIDENCIAS**

**Iluminación en General:**

**Entradas, Hall, Escaleras**

**y descanso de escaleras ----- 100 ----- 60**

**Salas, Comedores, Recámaras,**

**Estudios, Biblioteca, y cuartos de juego ----- 100 ----- 60**

**Cocina, Lavandería, Cuarto de baño ----- 100 ----- 60**

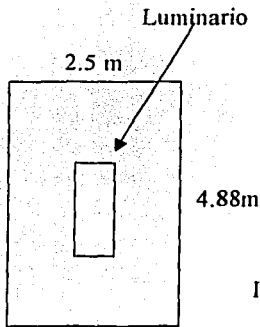
**Los niveles proporcionados por ambas asociaciones están dados en unidades de Sistema Internacional, Luxes.**

### CAPITULO 3

Conociendo los valores de los niveles de iluminación requeridos se elegirán los valores de acuerdo con el criterio del diseñador, debido a que hay que ajustar los niveles en luxes para el luminario que se elija. A excepción del cuarto de baño, cocina y cuarto de lavado, en las demás habitaciones se tomarán los valores de la I. E. S. El luminario elegido es el Holophane catalogo 6163-240 2 x 32 W color blanco frío<sup>5</sup>.

#### CALCULOS:

Sala - comedor



Altura total = 2.6m

$H_{cc} = 2.6 \text{ m}$        $E = 100 \text{ Luxes}$

$H_{cp} = 0$        $\text{Area} = 12.2 \text{ m}^2$

$H_{ct} = 0$

Indices de reflexión: Piso = 20%, Techo = 50%

Paredes = 30%.

Luminario elegido: 6163 – 240, 2 x 32W Holophane, color blanco frío.

Aplicando la ec. 3:  $R. C. R. = \frac{5 \times 2.6 \times (4.88 + 2.5)}{12.2} = 7.86$

12.2 m<sup>2</sup>

Techo 50%

De la tabla de coeficientes de utilización:

Pared 30%

7      0.30

8      0.27

Haciendo una interpolación para 7.86: C. U. = 0.274

<sup>5</sup> Elegido del catalogo "División Comercial Fluorescente" Holophane, 2000.

$$F M = L. L. D. \times L. L. D. \text{-----}(5)$$

$$L. L. D^6 = 0.82$$

La categoría a la que pertenece el luminario es categoría V por lo cual utilizaremos la curva de degradación<sup>7</sup> número 1 a 12 meses, ambiente limpio:

L. L. D. = 0.89      sustituyendo ambos valores en (5):

$$F M = 0.82 \times 0.89 = 0.73$$

De la ecuación (1), despejando el número de luminarios tenemos que:

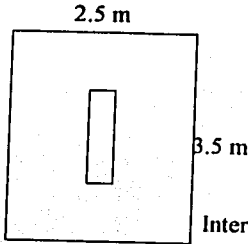
$$\text{No. de lum.} = \frac{E \times A}{C U \times F M \times \text{lum/lumin}}$$

$$\text{No. de Lum} = \frac{100 \text{ luxes} \times 12.2 \text{ m}^2}{0.274 \times 0.73 \times 6100 \text{ lum/lumin}} = 0.99 \approx 1 \text{ luminario}$$

<sup>6</sup> Dato para todas las lámparas utilizadas para el departamento, obtenido de las tablas incluidas en el "Catálogo Condensado", Holophane, 2000.

<sup>7</sup> Datos del Catálogo condensado Holphane 2000 páginas 95 - 97.

RECAMARA 1:



$$H_{cc} = 2.6 \text{ m} \quad \text{Area} = 9 \text{ m}^2 \quad \text{CAPITULO 3}$$

$$H_{cp} = H_{ct} = 0, \quad E = 100 \text{ Luxes}$$

Luminario Holophane 6163 - 240

$$RCR = \frac{5 \times 2.6 \times (3.5 + 2.5)}{9 \text{ m}^2} = 8.6$$

Interpolando para 8.6:

	Techo 50%
8	Pared 30%
9	0.27
	0.25

$$CU = 0.252$$

Calculando FM:

De tablas  $\rightarrow$  L. L. D = 0.82

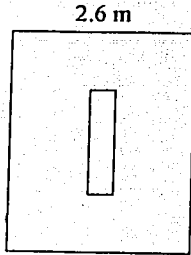
Luminario categoría V a 12 meses L. D. D. = 0.89  $\rightarrow$  curvas de degradación.

$$F. M. = 0.82 \times 0.89 = 0.73$$

$$\text{No. de luminarios} = \frac{100 \text{ Luxes}}{0.73 \times 0.252 \times 6100 \frac{\text{lum.}}{\text{Lumin}}} \times \frac{9 \text{ m}^2}{1} = 0.80 \approx 1 \text{ luminario}$$



**RECAMARA 2:**



$$H_{cc} = 2.6 \text{ m}$$

$$H_{ct} = H_{cp} = 0$$

Reflexión: Techo 50%  
Paredes 30%  
Piso 20%

$$\text{Area} = 8.71 \text{ m}^2$$

Calculando C U:

$$R. C. R. = \frac{5 \times 2.6 \times (2.6 \text{ m} + 3.25 \text{ m})}{8.71 \text{ m}^2} = 8.73$$

Interpolando para 8.76:

Techo 50%  
Pared 30%

8	0.27
9	0.25

$$C U = 0.255$$

Calculando F M:

$$L. L. D. = 0.82 \text{ ----- Tablas}$$

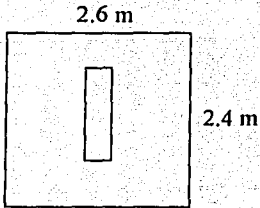
$$L. D. D. = 0.89 \text{ ----- Curvas de degradación Categoría V a 12 meses}$$

$$F. M. = 0.82 \times 0.89 = 0.73$$

$$\text{No. de lum.} = \frac{100 \text{ Luxes} \times 8.71 \text{ m}^2}{0.255 \times 0.73 \times 6100 \frac{\text{Lum.}}{\text{Lumin}}} = 0.76 \approx 1 \text{ luminario}$$

### RECAMARA 3<sup>a</sup>:

### CAPITULO 3



$$H_{cc} = 2.6 \text{ m} \quad \text{Area} = 6.72 \text{ m}^2$$

$$H_{ct} = H_{cp} = 0$$

$$E = 100 \text{ Luxes}$$

Luminario: Holophane 6163 - 240 2 x 32W

Blanco frío

Calculando C U:

$$R C R = \frac{5 \times 2.6 \times (2.8 \text{ m} + 2.4 \text{ m})}{6.72 \text{ m}^2} = 10.05 \approx 10 \quad C U = 0.23$$

Calculando F M:

$$L. L. D. = 0.82 \text{ ----- Tablas}$$

$$L. D. D. = 0.89 \text{ ----- Curvas de degradación Categoría V a 12 meses}$$

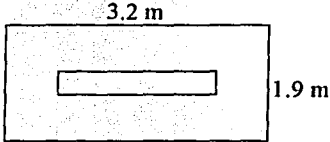
$$F M = 0.82 \times 0.89 = 0.73$$

$$\text{No. de lum.} = \frac{100 \text{ Luxes} \times 6.72 \text{ m}^2}{0.23 \times 0.73 \times 6100 \frac{\text{lum}}{\text{lumin}}} = 0.65 \approx 1 \text{ luminario}$$

<sup>8</sup> Para el cálculo en ésta recamara no se tomará en cuenta el área del closet.

**COCINA Y CUARTO DE LAVADO:**

Es el mismo cálculo para ambos debido a que tienen las mismas dimensiones.



$$H_{cc} = 2.6 \text{ m} \quad \text{Area} = 5.40 \text{ m}^2$$

$$H_{cp} = H_{ct} = 0$$

$$E = 200 \text{ luxes (S. M. I. I.)}$$

Luminario elegido: El mismo que en los cálculos anteriores.

Calculando C U:

$$RCR = \frac{5 \times 2.6 \times (1.9 + 3.2)}{5.4 \text{ m}^2} = 12.27$$

Como las tablas solo llegan hasta el 10 en el C U tomaremos ese valor para el cálculo: C U = 0.23

Calculando el F M:

$$LLD = 0.82 \text{ ----- Tablas}$$

$$LDD = 0.89 \text{ ----- Curvas de degradación Categoría V a 12 meses}$$

$$FM = 0.82 \times 0.89 = 0.73$$

$$\text{No. de lum.} = \frac{200 \text{ Luxes} \times 5.4 \text{ m}^2}{0.23 \times 0.73 \times 6100 \frac{\text{lum}}{\text{lumin}}} = 1.05 \approx 1 \text{ luminario}$$

CUARTO DE BAÑO:

CAPITULO 3

2.85 m

$$H_{cc} = 2.6 \text{ m} \quad \text{Area} = 3.705 \text{ m}^2$$
$$H_{cp} = H_{ct} = 0$$
$$E = 200 \text{ luxes (S. M. I. I.)}$$



Luminario elegido: El mismo que para los anteriores.

Calculando C U:

$$R C R = \frac{5 \times 2.6 \times (1.3 + 2.85)}{3.705 \text{ m}^2} = 14.56 \text{ de igual modo tomamos el valor de las tablas de 10} \rightarrow C U = 0.23$$

Calculando F M:

$$L L D = 0.82 \text{ ----- Tablas}$$

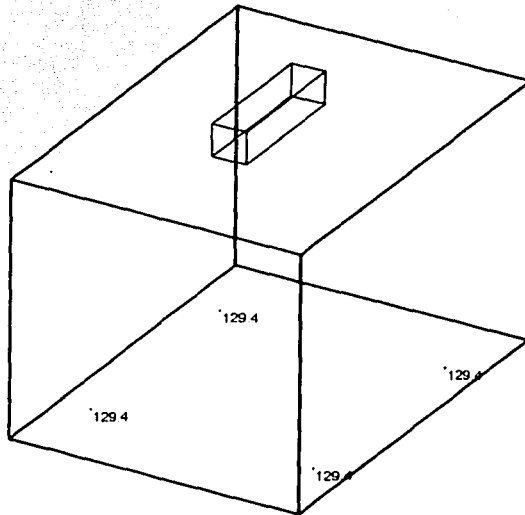
$$L D D = 0.89 \text{ ----- Curvas de degradación Categoría V a 12 meses}$$

$$F M = 0.82 \times 0.89 = 0.73$$

$$\text{No. de lum.} = \frac{200 \text{ luxes} \times 3.705 \text{ m}^2}{0.23 \times 0.73 \times 6100 \frac{\text{lum}}{\text{lumin}}} = 0.7 \approx 1 \text{ luminario.}$$

**RECAMARA 1**

<b>STATISTICS</b>					
Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Calc Zone #1	129.4 lux	129.4 lux	129.4 lux	1.0:1	1.0:1



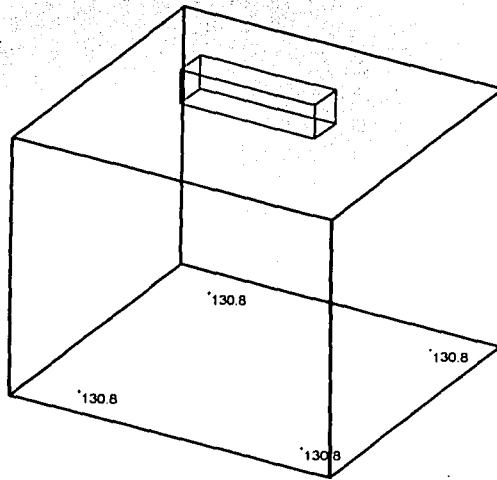
**Southeast View**

Not to Scale

Calculated values include direct and interreflected components.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<b>STATISTICS</b>					
Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Calc Zone #1	130.8 lux	130.8 lux	130.8 lux	1.0:1	1.0:1



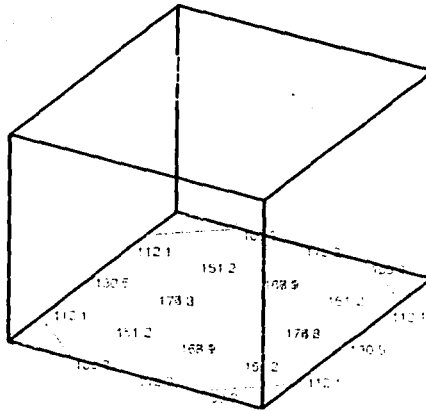
Northeast View

Not to Scale

Calculated values include direct and interreflected components.

**recamara 3**

<b>STATISTICS</b>					
<b>Description</b>	<b>Avg</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Max/Min</b>	<b>Avg/Min</b>
Workplane	164.8 lux	193.8 lux	151.1 lux	1.3:1	1.1:1
Calc Zone #2	125.7 lux	193.9 lux	77.5 lux	2.5:1	1.6:1



Calculated values include direct and interreflected components.

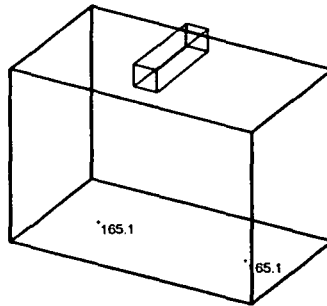
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





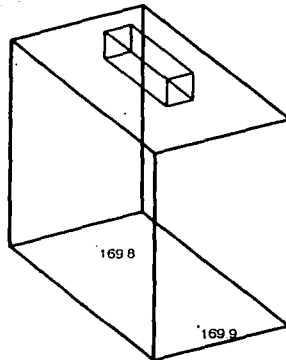
COCINA Y CUARTO DE LAVADO (MISMAS DIMENSIONES)

<b>STATISTICS</b>					
<b>Description</b>	<b>Avg</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Max/Min</b>	<b>Avg/Min</b>
Calc Zone #1	165.1 lux	165.1 lux	165.1 lux	1.0:1	1.0:1



## CUARTO DE BA

<b>STATISTICS</b>					
Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Calc Zone #1	169.9 lux	169.9 lux	169.8 lux	1.0:1	1.0:1

**Southwest View**

Not to Scale

Calculated values include direct and interreflected components.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# CONCLUSIONES

## **CONCLUSIONES**

Cabe mencionar que la mejora en los sistemas de iluminación es inminente debido a la importación de ideas de los países industrializados o de primer mundo y que además exige a cada momento actualización e innovación para el diseño de los mismos.

Dentro de muy poco tiempo, si no es que en menos, las lámparas incandescentes irán pasando a segundo plano, ya que por su modo de funcionamiento, duración (vida en horas), niveles de iluminación, etc., dejarán de ser un artículo de primera necesidad, ya que serán desplazadas por las lámparas fluorescentes, ya sea para uso en residencia o comercial aunque éstas últimas tengan un costo algo elevado por el momento, el gasto de compra se paga solo en el sentido de que de que el ahorro se verá reflejado al pagar menos dinero en el consumo de energía y el gasto que ocasionaba reemplazar un foco convencional varias veces consecutivas.

En este estudio pudimos constatar que los niveles de iluminación proporcionados por lámpara fluorescentes sí es suficiente para casa habitación ya que nos proporciona un buen nivel de visión además de que nos proporciona una mejor visión sin provocar sombras como lo hacen las lámparas incandescentes al ejecutar una tarea visual.

Las lámparas fluorescentes tienen una pequeña desventaja en comparación con las incandescentes, y es que debido a las constantes crisis que aquejan a nuestro país por el momento son de un costo un poco elevado y eso es lo que desplaza su consumo en comparación con los focos convencionales, pero con el correr del tiempo se espera que sustituyan por completo a los famosos focos de luz amarilla.

# BIBLIOGRAFIA

## **BIBLIOGRAFÍA:**

**Física Conceptual, Hewitt, Paul G.**  
Editorial Adisson Wesley Longman, Tercera edición, México, 2000

**Catálogo Condensado, Holophane, Holophane México, 2000**

**Manual de Padecimientos Oftalmológicos, Laboratorios Grin S. A.**  
México, 2002

**Conceptos de Iluminación Artificial, Osram, México.**

**Catálogo Holophane División Comercial Fluorescente, Holophane México,**  
1997.

**Catálogo Holophane Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación  
en México, Holphane México, Reimpresión de la revista "ingeniería de  
Iluminación, Mayo – Junio de 1967.**