



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**LA ILUMINACION ARTIFICIAL
METODOLOGÍA DE DISEÑO**

**TESIS QUE PRESENTA
PEDRO ESTRADA GONZÁLEZ
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
TECNOLOGÍA**



**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO
EN ARQUITECTURA**

2000





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



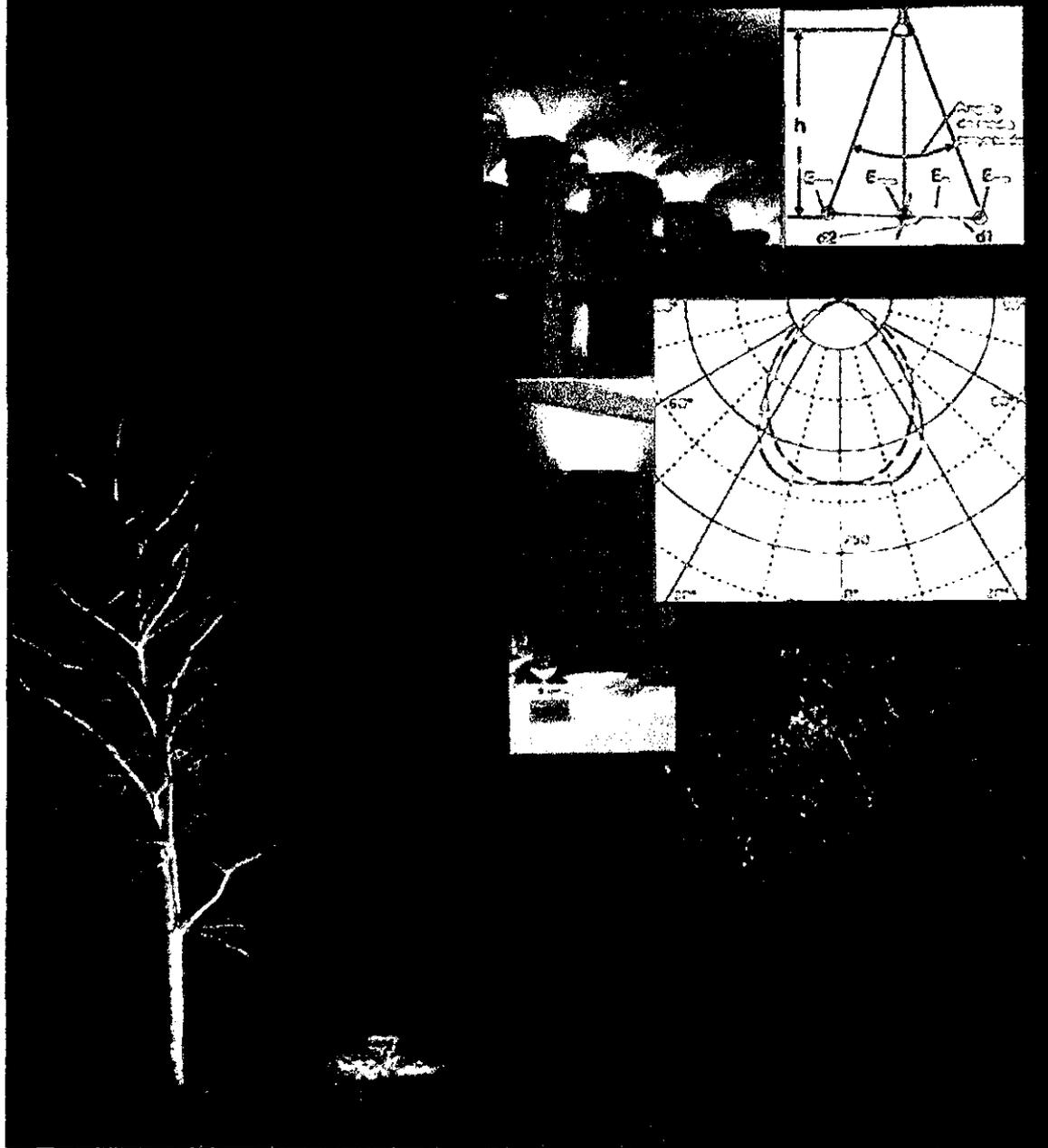
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

LA ILUMINACION ARTIFICIAL METODOLOGÍA DE DISEÑO



JURADO

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ

SINODALES:

DR. EN ARQ. JOSÉ DIEGO MORALES RAMÍREZ

M. EN ARQ. JAN VAN ROSMALEN JANSEN

M. EN ARQ. JORGE RANGEL DAVALOS

M. EN ARQ. ENRIQUE SANABRIA ATILANO

DEDICATORIA

ESTA TESIS ESTA DEDICADA A:

MI FAMILIA

VALENTINA TORRES SÁNCHEZ
JAZMÍN ESTRADA TORRES
MARCOS ESTRADA TORRES
FABIOLA ESTRADA TORRES
DIANA ESTRADA TORRES

MIS MAESTROS

FRANCISCO REYNA GÓMEZ
JOSÉ DIEGO MORALES RAMÍREZ
JAN VAN ROSMALEN JANSEN
JORGE RANGEL DAVALOS
ENRIQUE SANABRIA ATILANO

MIS PADRES

MIS HERMANOS

MIS AMIGOS

CONTENIDO

Introducción		8
Capítulo 1	Conocimientos básicos	10
1.1	Conceptos de electricidad	11
1.2	Física de la luz	13
1.2.1	Naturaleza	13
1.2.2	Producción	14
1.2.3	Transmisión	14
1.3	Medida de la luz	15
1.3.1	Flujo luminoso	15
1.3.2	Rendimiento luminoso	16
1.3.3	Cantidad de luz	16
1.3.4	Intensidad luminosa	17
1.3.5	Distribución luminosa	18
1.3.6	Medida de la intensidad luminosa	19
1.3.7	Iluminancia	20
1.3.8	Luminancia	22
1.3.9	Resumen de las magnitudes	24
1.4	Color de la luz	25
1.4.1	Composición espectral	25
1.4.2	El color de los cuerpos	26
1.4.3	Curva de distribución espectral	26
1.4.4	Mezcla de colores	28
1.4.5	Diagrama cromático del CIE	28
1.4.6	Temperatura de color	29

CONTENIDO

Capítulo 2	Consideraciones para el diseño	31
2.1	Proyecto arquitectónico	32
2.2	Niveles lumínicos	34
2.3	Tipos de lámparas	35
2.3.1	Incandescentes	35
2.3.2	Fluorescentes	36
2.3.3	De descarga de alta intensidad	37
2.3.4	Tabla resumen	38
2.4	Tipos de luminarias	43
2.4.1	Marcas nacionales	43
2.4.2	Marcas internacionales	43
2.4.3	Clasificación de luminarias	44
Capítulo 3	Calculo de la iluminación	56
3.1	Cantidad requerida de iluminación	57
3.2	Recomendaciones previas	58
3.3	Técnicas para el calculo	59
3.3.1	Método de Harrison Anderson	59
3.3.2	Método punto por punto	62
3.3.3	Método de cavidad zonal	63
Capítulo 4	Aplicación	65
4.1	Proyecto habitacional	67

CONTENIDO

4.2	Iluminación interior	71
4.2.1	sala	71
4.2.2	Comedor	76
4.2.3	Cocina	79
4.2.3	Baño	81
4.3	Iluminación exterior	83
4.4	Iluminación especial	89
Conclusión		92
Bibliografía		95
Anexos	Tablas de niveles lumínicos	98

Introducción

Actualmente el mundo vive una crisis energética donde se presume que los recursos naturales en un plazo no muy lejano se extinguirán.

La energía eléctrica proveniente de recursos naturales como lo es el agua no esta al margen de este proceso de extinción. Además de que actualmente la producción de energía eléctrica, por ser un producto de mucha demanda, cada día resulta más costosa su producción.

Desgraciadamente, el hombre usa indiscriminadamente la energía eléctrica en sus múltiples aplicaciones, esto crea la necesidad de grandes volúmenes de producción a un costo elevado. Es por esta razón que debemos habituarnos al uso de la energía eléctrica de una forma conciente y racional.

La iluminación artificial, siendo una de las múltiples aplicaciones de la energía eléctrica e imprescindible en cualquier espacio que habite el hombre, debe ser aplicada de tal forma que satisfaga las necesidades lumínicas, consumiendo lo menos posible la energía eléctrica, para que de esta forma se contribuya a la economía del país.

La iluminación artificial en la arquitectura debe ser tratada en una forma especial y diferente en cada tipo de edificación, pues no es lo mismo dotar de luz una bodega o estacionamiento, donde el tipo de trabajo no requiere esfuerzo visual, que en un taller de dibujo donde se requiere de un alto nivel lumínico para realizar eficientemente el trabajo que ahí se desarrolla.

Es por estas razones de vital importancia que antes de construir alguna edificación se realice un diseño de la iluminación, en el cual se tome en cuenta básicamente dos premisas:

La primera debe considerar un proyecto eficiente que optimice al máximo la energía eléctrica.

La segunda premisa debe considerar el diseño de un proyecto que considere una buena calidad de iluminación.

Para lograr este proyecto lumínico, se debe tener amplios conocimientos, de los conceptos considerados en la presente tesis.

Los primeros tres capítulos del presente trabajo son considerados como básicos ya que en el capítulo 1 se explican los conceptos de electricidad, física de luz, medida y color de la luz. En el capítulo 2 se recomienda conocer a fondo el proyecto arquitectónico completo, incluso con acabado y decoraciones así como los niveles luminosos necesarios en cada área y los diferentes tipos de lámparas y luminarias que existen en el mercado. Las técnicas del cálculo no menos importantes para el objeto que se persigue se describen el capítulo 3.

En el capítulo 4 se aplican todos los conocimientos anteriores en un proyecto habitacional, considerando la iluminación en interiores y exteriores.

Es importante mencionar que existen diferentes tipos de iluminación dependiendo de su aplicación, como son la habitacional, la comercial, la industrial, la vial y la deportiva y que en esta tesis se considera únicamente la iluminación habitacional.

Este proyecto de investigación ofrece una metodología para diseñar un proyecto de iluminación en el cual se logren los objetivos señalados con anterioridad.

Esta metodología es considerada por el autor según experiencia personal adquirida durante 10 años en diseños de diferentes géneros de edificios.

CAPITULO 1

CONOCIMIENTOS BÁSICOS

Observación: esta fórmula nos sirve para calcular el calibre del cable requerido en un circuito determinado en el que conozcamos el consumo en watts. Cabe mencionar que para este caso despejaríamos de la fórmula el valor de I.

Cabe aclarar que las fórmulas vistas hasta ahora solo nos sirven para hacer cálculos cuando los circuitos eléctricos son de Corriente continua.

Cuando se trabaja con Corriente alterna, como sucede en la práctica, puesto que la compañía de electricidad suministra solamente éste tipo de Corriente, se modifican las fórmulas anteriores.

A continuación se muestra una tabla resumen que contiene las fórmulas para cada tipo de Corriente:

Magnitudes eléctricas fundamentales:

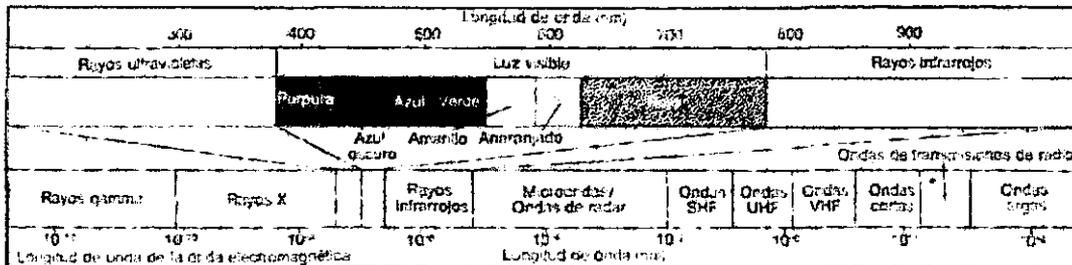
Magnitud	Corriente continua	Corriente alterna
Tensión	$V = I \times R$	$V = P / I \times fp$
Intensidad	$I = V / R$	$I = P / V \times fp$
Potencia	$P = V \times I$	$P = V \times I \times fp$

fp es el factor de potencia que se aplica en circuitos de Corriente alterna, y normalmente su valor es de 0.85

1.2 Física de la luz

1.2.1 Naturaleza:

La luz es una manifestación de energía en forma de radiaciones electromagnéticas, capaces de estimular al órgano visual. Estas radiaciones se transmiten a través del espacio y al conjunto de todas ellas se le conoce con el nombre de espectro electromagnético.



Espectro electromagnético

(Fuente: 14 Hitachi, Ltd. Tokio Japón)

Experimentalmente se observa que un rayo de luz blanca, al atravesar un prisma triangular de vidrio transparente se descompone en una banda continua de colores que contiene los fundamentales del arco iris(rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta), los cuales son radiados dentro de una determinada zona del espectro electromagnético.

1.2.2 Producción:

Hay diferentes formas de producir la luz, pero con relación a las lámparas eléctricas tenemos las siguientes:

1. - Calentando cuerpos sólidos hasta alcanzar su grado de incandescencia (fundamento de las lámparas incandescentes).
2. - Provocando una descarga eléctrica entre dos placas o electrodos situados en el seno de un gas ó de un vapor metálico (fundamento de las lámparas de descarga).

En cualquier caso la producción de luz es una transformación de la energía.

1.2.3 Transmisión:

La luz se transmite a través del espacio, por medio de ondas similares a las que se forman en el agua de un estanque cuando se tira una piedra. Estas ondas concéntricas se propagan a lo largo y ancho del estanque, formando crestas y valles, y amortiguándose en su recorrido hasta desaparecer.

Las ondas del agua y las ondas luminosas tienen en común que sus efectos se perciben a distancia, diferenciándose en que las ondas luminosas no necesitan de ningún medio material para propagarse, aunque también se transmiten a través de algunos cuerpos sólidos y líquidos, mientras que las del agua precisan de este elemento.

Estas ondas luminosas se propagan en todas las direcciones del espacio (largo, ancho y alto).

1.3 Medida de la luz

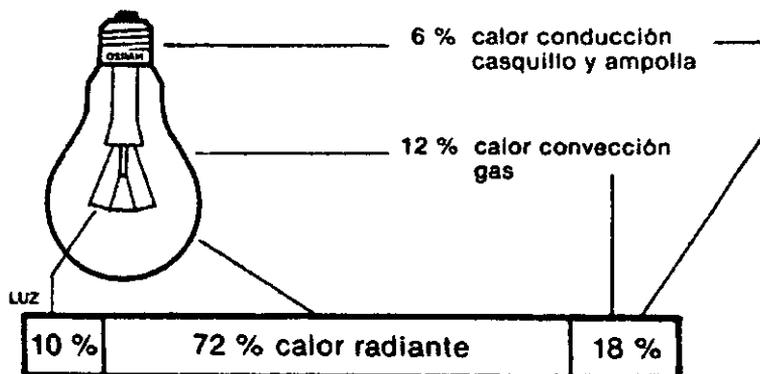
La iluminación es una técnica donde básicamente intervienen dos elementos, que son, la fuente que produce la luz y el objeto a iluminar.

Para definir las cualidades y efectos de las fuentes luminosas es necesario conocer los siguientes conceptos de medida de la luz.

1.3.1 Flujo luminoso

* Definición: El flujo luminoso es la energía radiante que produce una fuente de luz. Esta energía radiante es la que se transforma de la energía eléctrica que consume la fuente de luz (lámpara). Cabe mencionar que el ojo humano sólo percibe una pequeña parte de ésta energía, mientras que el resto se pierde en calor.

* Unidad de medida: el flujo luminoso se mide en lúmenes, y esta medida se realiza en el laboratorio por medio de un fotoelemento ajustado según la curva de sensibilidad fotópica del ojo a las radiaciones monocromáticas, incorporada a una esfera hueca a la que se le da el nombre de Ulbricht, y en cuyo interior se coloca la fuente a medir.



Transformación de energía eléctrica para la producción de luz en una lámpara incandescente

(Fuente: ¹ Fundamentos de lámparas e iluminación)

1.3.2 Rendimiento luminoso

Es de mucha importancia considerar el rendimiento luminoso de una lámpara, pues nos indica el flujo luminoso que emite por cada unidad de potencia eléctrica consumida, siendo su unidad el lumen por vatio (lm/w).

A continuación se presenta una tabla en la cual se observa el rendimiento luminoso de algunas lámparas que existen en el mercado:

Tipo de lámpara	Potencia	Rendimiento
Incandescente standard	40w	11 lm/w
Fluorescente blanco frío	40w	80 "
Mercurio a alta presión	400w	58 "
Halogenuros metálicos HQI	360w	78 "
Sodio a alta presión	400w	120 "
Sodio a baja presión	180w	183 "

1.3.3 Cantidad de luz

La cantidad de luz que emite una lámpara, se determina por el flujo luminoso emitido en la unidad de tiempo, siendo su unidad el lumen por hora (lm/h).

Es importante conocer este dato, pues de esta forma podemos comparar la cantidad de luz que producen las diferentes lámparas durante su vida útil, multiplicando su flujo luminoso por sus horas de vida. Y de esta forma se puede definir cual es más económica, pues muchas veces no es más económica la que cuesta menos.

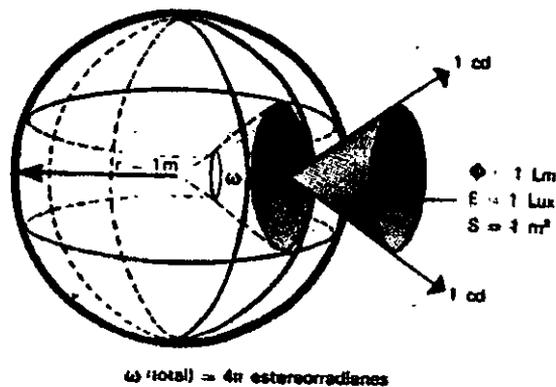
1.3.4 Intensidad luminosa

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes.

El estereorradián se define como el ángulo sólido que corresponde a un casquete esférico cuya superficie es igual al cuadrado del radio de la esfera.

La intensidad luminosa se representa por la letra "I" y su unidad es la Candela (cd).

La candela, se define como la intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradián.



estereorradián

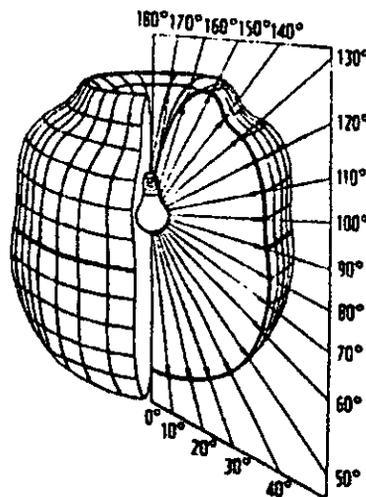
(Fuente: ¹⁵ Principios y cálculos de iluminación)

1.3.5 Distribución luminosa:

Es el conjunto de intensidad luminosa de un manantial en todas direcciones. Las fuentes de luz utilizadas en la práctica tienen una superficie luminosa más o menos grande, cuya intensidad de radiación se ve afectada por la propia construcción de la fuente, presentando valores diversos en las diferentes direcciones.

Con aparatos especiales puede determinarse la intensidad luminosa en todas las direcciones del espacio con relación a un eje vertical. Si representásemos por medio de vectores la intensidad luminosa de un manantial, en infinitas direcciones del espacio, obtendríamos un cuerpo sólido llamado "sólido fotométrico".

Haciendo pasar un plano por el eje de simetría del cuerpo luminoso se obtendría una sección limitada por una curva que se llama curva de distribución luminosa y también curva fotométrica. Mediante ésta curva fotométrica se puede determinar con exactitud la intensidad luminosa en cualquier dirección, dato necesario para algunos cálculos de iluminación.

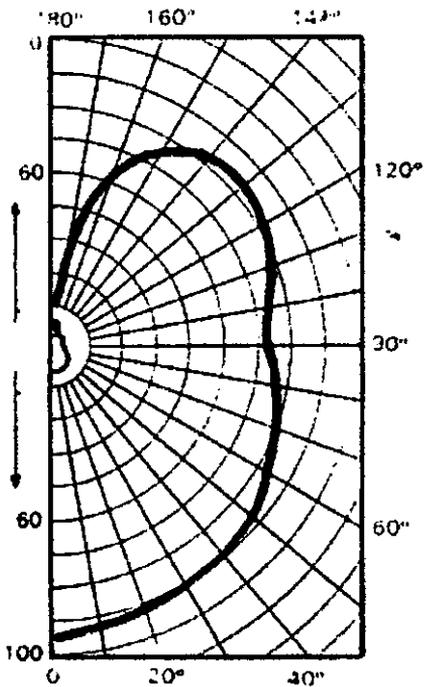


Curva fotométrica

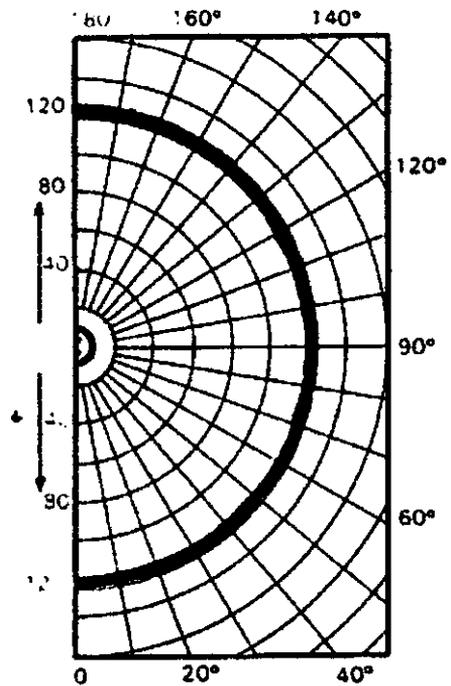
(Fuente: 15 Principios y cálculos de iluminación)

1.3.6 Medida de la intensidad luminosa:

Esta medida se realiza en el laboratorio con aparatos especiales fundados en la ley de la inversa del cuadrado de la distancia de la iluminación de una fuente de luz patrón y otra desconocida, situadas una frente a otra en un mismo eje, e interceptadas por una pantalla en la que se igualan las iluminaciones captadas en ambas caras de la misma.



Curva fotométrica de una lámpara incandescente



Curva fotométrica de una lámpara fluorescente

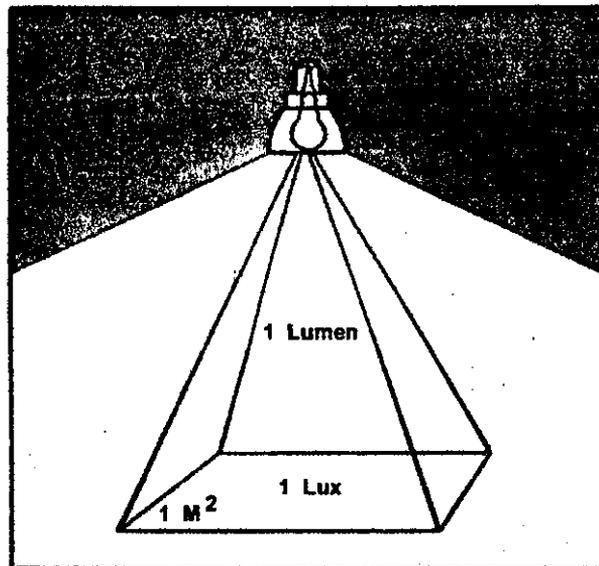
(Fuente: ¹⁵ Principios y cálculos de iluminación)

1.3.7 Iluminancia:

La Iluminancia o iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión, su unidad es el " LUX ".

El LUX es la unidad de la Iluminancia, y se define como la iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe uniformemente repartido un flujo luminoso de un lumen, esto es:

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} / 1 \text{ m}^2$$



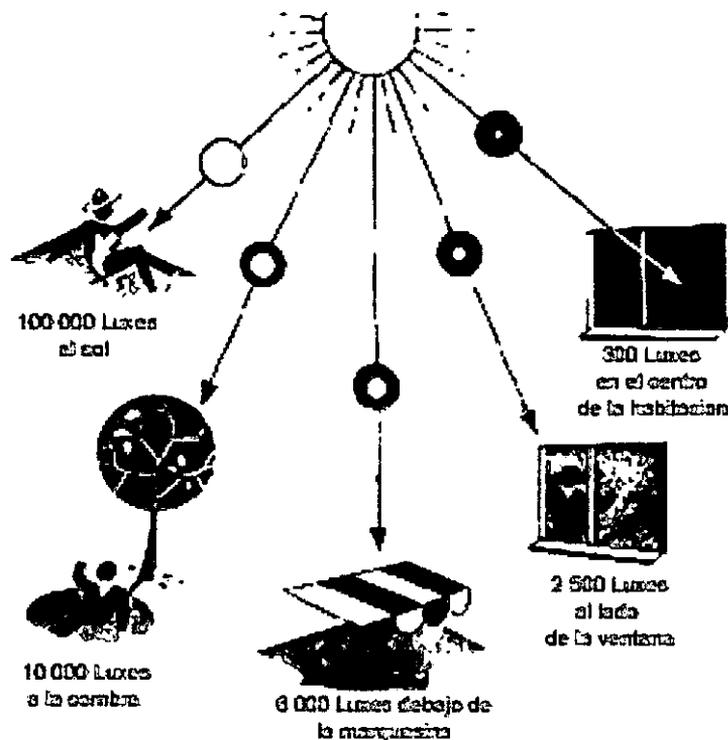
Representación de un Lux

(Fuente: 15 Principios y cálculos de iluminación)

Para medir la Iluminancia en cualquier espacio arquitectónico se hace con un aparato especial llamado luxómetro, que consiste en una celda fotoeléctrica, que al incidir la luz sobre su superficie, genera una débil Corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente. Dicha Corriente se mide con un miliamperímetro calibrado directamente en luxes.

Valores aproximados de iluminancias naturales al Medio día de verano al aire libre, con:

Cielo despejado	100,000 luxes
Cielo cubierto	20,000 luxes
Noche de luna llena	0.25 luxes
Noche de luna nueva (luz de estrellas)	0.01 luxes



Iluminación con luz solar al aire libre y en el interior de la casa
 (Fuente: ¹⁵ Principios y cálculos de iluminación)

1.3.8 Luminancia

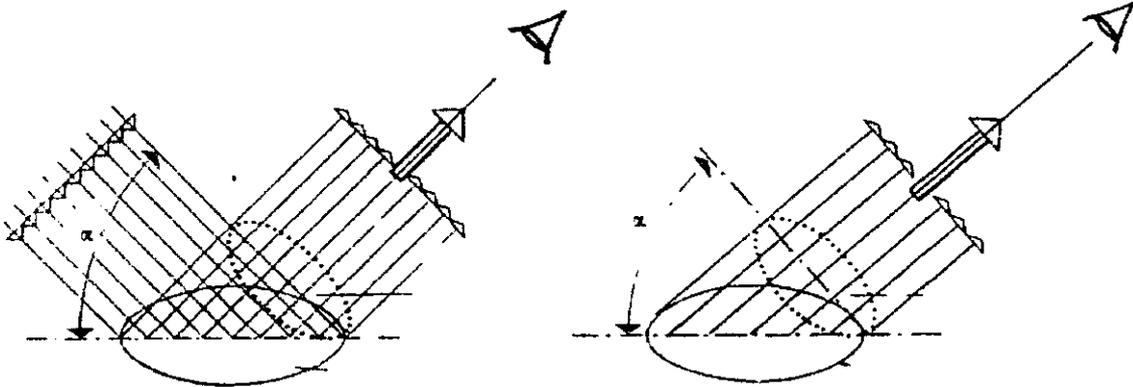
La luminancia de una superficie en una dirección determinada es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente (superficie vista por el observador situado en la misma dirección).

La unidad de la luminancia es la candela por metro cuadrado y su ecuación es:

$$L = I / S * \text{Cos de alfa} \quad (\text{superficie aparente}).$$

La luminancia es máxima cuando el ojo se encuentra en la perpendicular a la superficie luminosa, porque entonces el ángulo alfa es igual a cero y el coseno de alfa igual a uno, correspondiendo la superficie aparente a la real.

La luminancia puede ser directa o indirecta, correspondiendo la primera a los manantiales luminosos y la segunda a los objetos iluminados.



Luminancia indirecta de una Superficie iluminada.

luminancia directa de una Superficie luminosa.

(Fuente: 15 Principios y cálculos de iluminación)

La luminancia es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada por los cuerpos.

La mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados, depende de su luminancia.

La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancia. se puede decir, por lo tanto, que el ojo ve diferencias de luminancia y no de iluminación

Valores aproximados de luminancias naturales

Sol	150,000	cd/cm ²
Cielo despejado	0.3-0.5	"
Cielo cubierto	0.03-0	"
Luna	0.25	"

La luminancia se mide con un aparato especial llamado luminancímetro o nitrómetro, construido similarmente al luxómetro, esta formado por una fotocélula que convierte energía luminosa en energía eléctrica y un micro amperímetro que mide la corriente que fluye a través de la fotocélula. El movimiento de la aguja es proporcional a la intensidad de la luz que incide sobre la célula, se debe tener cuidado al tomar las lecturas de no obstruir con el cuerpo la luz que incide sobre la célula porque la medición.

1.3.9 Resumen de las magnitudes y unidades luminosas

Magnitud	Símbolo	Unidad	Definición	Ecuación
Flujo luminoso	Φ	Lumen (Lm)	Flujo luminoso de la radiación monocromática	$\Phi = L \cdot W$
Rendimiento luminoso	η	Lumen/Watio. (Lm / W)	Flujo luminoso emitido por unidad de potencia	$\eta = \Phi / W$
Cantidad de luz	q	Lm/seg Lm / hr	Flujo luminoso emitido por unidad de tiempo	$q = \Phi \cdot t$
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que emite flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradian	$I = \Phi / W$
Iluminancia	E	Lux (Lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de 1 M ²	$E = \Phi / S$
Luminancia	L	cd/M ² cd / Cm ²	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie	$L = I / S$

(Fuente: 15 Principios y cálculos de iluminación)

1.4 Color de la luz

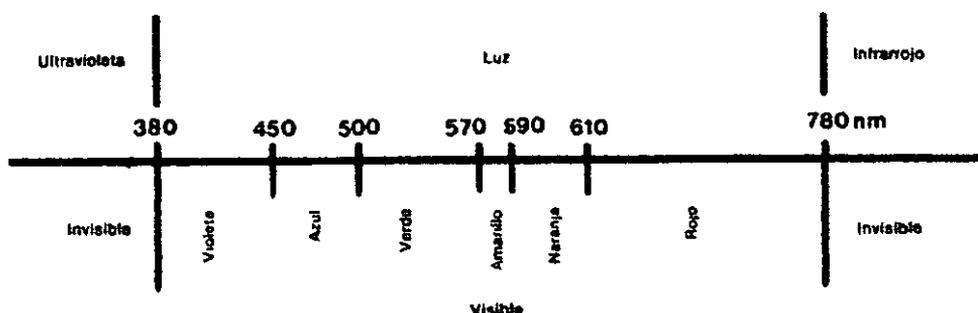
Para que se genere un color es necesario que coincidan luces con longitudes de onda que estén dentro de lo que se denomina espectro visible. Toda luz es un tipo de onda electromagnética. Otros tipos de ondas electromagnéticas son las ondas eléctricas utilizadas para medios de comunicación.

La luz produce una serie de estímulos en la retina del ojo y unas reacciones en el sistema nervioso que comunican al cerebro un conjunto de sensaciones cromáticas (colores). El color es por lo tanto una interpretación psicofisiológica del espectro electromagnético visible.

1.4.1 Composición espectral de la luz

La luz blanca del día está compuesta por un conjunto de radiaciones electromagnéticas con diferentes longitudes de onda dentro de la zona visible de 380 780 nm que contiene los colores fundamentales.

El que no podamos ver directamente los componentes cromáticos de la luz blanca del día, se debe a que si sobre nuestro cerebro actúa un conjunto de estímulos espectrales diferentes, aquél no distingue cada uno de los componentes, produciéndose una especie de efecto aditivo de los mismos que constituye el color de la luz. Este efecto es lo contrario de lo que ocurre en el proceso auditivo, en el cual el cerebro puede captar perfectamente un tritono distinguiendo la diferente intensidad de cada uno de sus tonos.



LIMITES APROXIMADOS DE RADIACIÓN DE LOS DIFERENTES COLORES DEL ESPECTRO VISIBLE

(Fuente: ¹⁵ Principios y cálculos de iluminación)

1.4.2 El color de los cuerpos

El color es una propiedad que tienen los cuerpos, y decimos que un cuerpo tiene un determinado color, pero esto no es cierto, pues el color como tal no existe ni se produce en ellos. Los cuerpos solamente tienen unas determinadas propiedades de reflejar transmitir o absorber los colores de la luz que reciben.

La impresión del color de un cuerpo depende por lo tanto de la composición espectral de la luz con que se ilumina y de las propiedades que posea de reflejarla, transmitirla o absorberla. Así pues, tenemos que si un cuerpo posee la propiedad de reflejar todos los colores del espectro visible, y se ilumina con luz blanca del día, éste aparecerá de color blanco.

Así mismo si se ilumina con luz monocromática de color amarillo, reflejará esta luz y por consiguiente se verá de color amarillo, si por el contrario, en lugar de poseer la propiedad de reflejar todos los colores del espectro visible, posee la de absorberlos, el cuerpo aparecerá de color negro tanto si se ilumina con luz blanca como con luz amarilla.

Pero también un cuerpo puede poseer a la vez las propiedades de reflexión y absorción, en cuyo caso presentará un determinado color (el color que refleje).

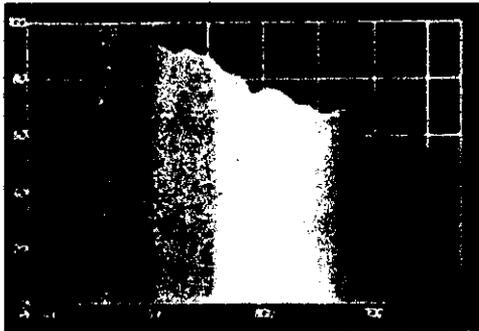
1.4.3 Curva de distribución espectral

La composición de la luz de las fuentes luminosas se representa por medio de la "curva de distribución espectral" correspondiente a cada una de ellas, en la cual se indica como se distribuye la energía entre las diferentes radiaciones.

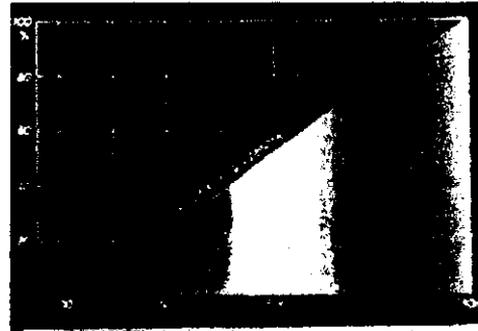
Esta representación se hace en valores relativos de energía respecto a la máxima radiada que se toma como 100 %.

A los espectros que no presentan interrupción, como el de la luz del día o el de las lámparas incandescentes, se les llama "continuos" porque en ellos están presentes todas las radiaciones visibles. Por el contrario, aquellos espectros que--

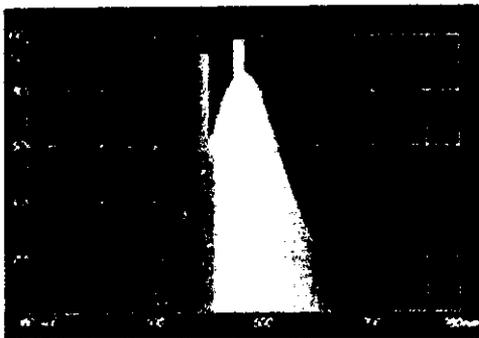
Muestran interrupciones, como por ejemplo el de las lámparas fluorescentes o el de una de vapor de mercurio color corregido, se les llama "discontinuos", apareciendo en ellos determinadas características del gas o vapor metálico en el que se realiza la descarga.



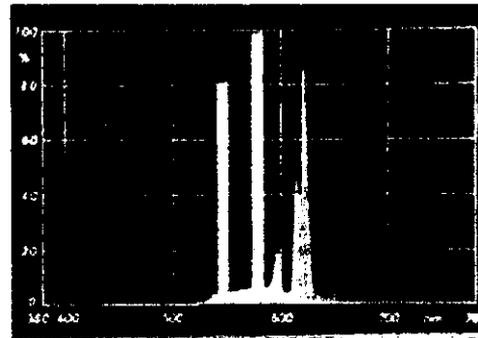
Curva de distribución espectral de la luz de día normal



Curva de distribución espectral de una lámpara incandescente



Curva de distribución espectral de una lámpara incandescente blanco frío



Curva de distribución espectral de una lámpara de vapor de mercurio color corregido

Curvas de distribución espectral
(Fuente: ¹⁵ Principios y cálculos de iluminación)

1.4.4 Mezcla de colores

Generalmente los colores que vemos no son los que presenta el espectro visible, sino en cada caso uno de los infinitos colores que resultan de la mezcla de distintos colores. Esta mezcla de colores puede tener lugar de dos formas diferentes que se llaman "mezcla de colores aditiva" y "mezcla de colores sustractiva".

En la mezcla de colores aditiva se suman los colores mezclados, y el color mixto obtenido es siempre más claro que cualquiera de sus componentes. Esta mezcla se obtiene en luminotecnia, iluminando al mismo tiempo con luces de los distintos colores que se deseen mezclar.

En la mezcla de colores sustractiva se restan los colores mezclados y el color mixto obtenido es siempre más oscuro que cualquiera de sus componentes. En luminotecnia se obtiene esta mezcla haciendo pasar sucesivamente la luz por filtros de los distintos colores que se deben mezclar.

1.4.5 Diagrama cromático del CIE

Los colores del espectro visible, así como todos los que resultan de la mezcla de distintos colores, se puede representar matemáticamente por medio de un diagrama de colores o "triángulo cromático" aprobado por la comisión internacional de iluminación (commission internationale de l'Eclairage "CIE"), el cual se emplea al tratar del color de las fuentes de luz y otros materiales tales como filtros luminosos, pinturas, etc.

En el diagrama cromático CIE todos los colores están ordenados respecto a los valores de tres coordenadas cromáticas x , y , z para cada uno de ellos, cumpliéndose la igualdad: $x+y+z=1$. De esta forma, dos coordenadas cualesquiera son suficientes para determinar el punto representativo del lugar geométrico de un color o mezcla de colores.

Forma el diagrama una parte curva que es el lugar geométrico de las radiaciones monocromáticas, cerrándose por una línea recta llamada "línea de púrpura". En la zona intermedia se encuentra un punto blanco para el cual los valores de x , y , z son iguales entre sí (0.333 c/u). A lo largo de la trayectoria del diagrama de las radiaciones monocromáticas, se han señalado algunas longitudes de onda. Todos los demás colores se encuentran entre el punto blanco y la curva que forma el triángulo. Las rectas que parten del punto blanco contienen colores del mismo tono en saturación decreciente, esto es, con menos contenido en blanco.

El color de una mezcla aditiva de colores formada por dos componentes esta siempre situado en el diagrama sobre la recta que une los puntos de color componentes. Si se mezclan dos colores y la mezcla tiene el punto blanco como punto de color resultante, los dos colores se conocen como colores complementarios. Se comprende que el número de pares de colores complementarios es infinito.

1.4.6 Temperatura de color

Conociendo las coordenadas cromáticas x , y , se puede fijar la posición de cualquier color en el diagrama cromático, como lo vimos en el punto anterior.

En la práctica, el color de luz de una fuente luminosa - para aquellas que no tengan un color señalado - se da a conocer por su temperatura de color expresada en grados Kelvin (K), como temperatura absoluta, lo cual resulta más fácil, y que para ello, basta con emplear solo un número.

La temperatura de color de una fuente de luz corresponde por comparación a aquella con la que el cuerpo negro presenta el mismo color que la fuente analizada.

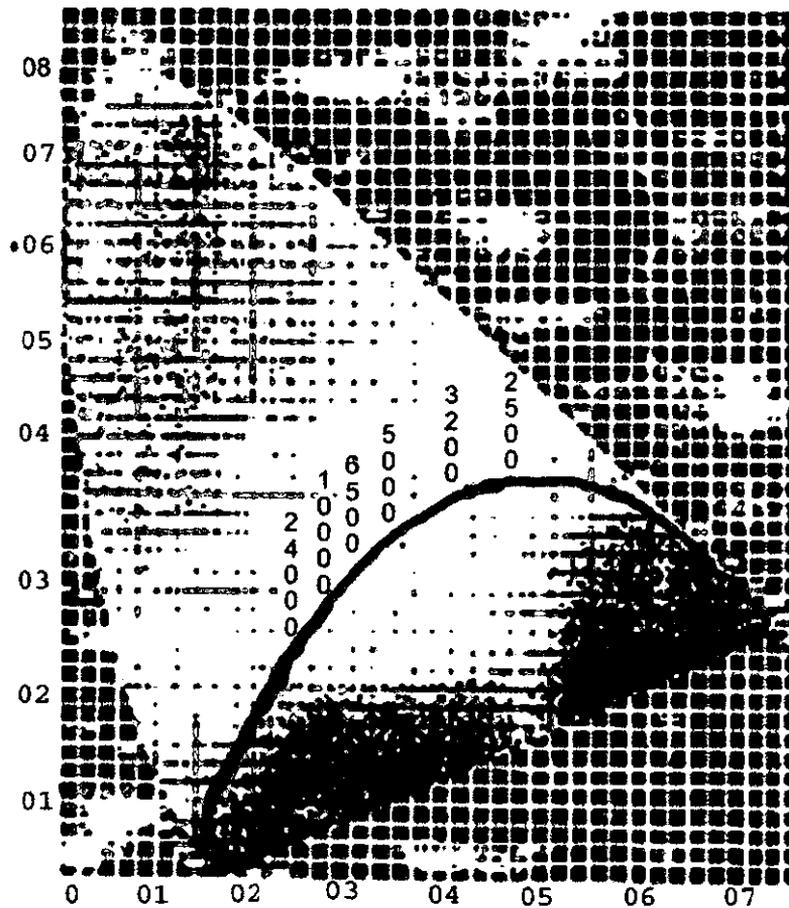
El cuerpo negro es un radiador ideal que, teóricamente, radia toda la energía que recibe, cambiando de color al variar su temperatura absoluta.

En el triángulo cromático CIE se representa también la curva de temperatura de color del cuerpo negro.

Las lámparas incandescentes tienen una temperatura de color comprendida entre los 2,700 y los 3,200 °K, según el tipo, por lo que su punto de color determinado

Por las coordenadas correspondientes queda situado prácticamente sobre la curva del cuerpo negro. Esta temperatura no tiene relación alguna con la del filamento incandescente. La cual queda unos 80 ° por debajo de aquélla.

Los puntos de color para la mayoría de las lámparas, principalmente las de descarga, no coinciden con los de la curva del cuerpo negro, por lo que no se puede establecer una igualdad absoluta de sus colores de luz con los representados por dicha curva. En estos casos se da como valor aquella temperatura del cuerpo negro más parecida a la de color de luz analizado, denominado temperatura de color similar.



Triángulo cromático del "CIE"

(Comisión Internationale de l'Eclariage)

(Fuente: 15 Principios y cálculos de iluminación)

CAPITULO 2

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Capítulo 2 Consideraciones para el diseño

En este capítulo se hace referencia de temas seleccionados a consideración del autor por su experiencia en la solución de problemas derivados de la realización de diseños lumínicos de diferentes géneros de edificaciones.

Para el diseño de la iluminación de cualquier proyecto arquitectónico se debe tener conocimientos suficientes de:

El proyecto arquitectónico
Los niveles lumínicos
Tipos de lámparas
Tipos de luminarias

2.1 Proyecto Arquitectónico

Realmente la iluminación de cualquier genero de edificio debe ser atendida a nivel de proyecto arquitectónico, esto es, antes de su construcción. Porque una vez construido un edificio si no resulta imposible, resulta muy difícil y costoso hacer modificaciones en sus instalaciones eléctricas para adecuar la iluminación a las necesidades lumínicas de las áreas que integran la construcción.

Así pues que si queremos que un espacio arquitectónico cuente con una buena calidad de iluminación, debemos realizar este diseño paralelamente con el arquitecto proyectista encargado del proyecto arquitectónico y para mejores resultados, también se debe contar, con las observaciones de la persona encargada de la decoración.

Una vez que se cuente con esta información integral y el conocimiento de los temas siguientes de este capítulo se procede al diseño de la iluminación.

Es importante aclarar que no se debe confundir el diseño de la iluminación con el diseño de las instalaciones eléctricas que normalmente se diseñan inmediatamente después del proyecto arquitectónico, y después se trata de adecuar las cuestiones de necesidad y estéticas de la iluminación.

Debe hacerse un buen diseño de la iluminación atendiendo únicamente a las necesidades lumínicas y estéticas del espacio arquitectónico. Y una vez resuelto esto, se proporciona este diseño al ingeniero electricista para que derive de éste el diseño de las instalaciones eléctricas.

A continuación se propone, en orden de importancia, una serie de datos con que se debe contar para poder comenzar a solucionar el problema de la iluminación:

- a.- El proyecto arquitectónico que contenga
 - Plantas
 - Cortes
 - Fachadas
 - Detalles

- B.- El proyecto de acabados que contenga:
 - Planos de acabados
 - Planos de amueblados

- c.- el proyecto de instalaciones de:
 - Aire acondicionado
 - Sonido
 - Especiales

Debo hacer énfasis en que la iluminación de un espacio arquitectónico es de suma importancia, pues con ésta, logramos satisfacer necesidades de iluminación y efectos agradables y bienestar a las personas que habiten el espacio arquitectónico.

Prioridades que tenemos que tener en cuenta al hacer un diseño de iluminación:

- Que el espacio tenga confort visual
- Que el espacio tenga confort para el trabajo
- Que el espacio tenga confort para el descanso
- Que el espacio tenga confort para el deporte
- Que el espacio tenga confort para la lectura

Si atendemos estas prioridades lograremos un buen diseño de la iluminación.

2.2 Niveles lumínicos

Los niveles lumínicos son el tema también de mucha importancia, porque con estos conocimientos nos damos cuenta de que para cada tarea que el hombre realiza se necesita una determinada cantidad de luz suficiente para realizar con eficiencia dicha tarea.

Si en nuestros proyectos de iluminación aplicamos los niveles de iluminación correctos, estaremos contribuyendo a que el personal que labora en una empresa, por ejemplo, sea más rendidora al no tener distracciones o molestias por falta o exceso de luz

Debido a que la luz emitida por las luminarias disminuye con el tiempo, en los proyectos de iluminación, el diseño y selección de la luminaria deberán basarse en los niveles mínimos mantenidos de iluminación, en lugar de los valores iniciales o promedio, que algunos fabricantes de luminarias publican.

En el anexo 1 se presenta unas tablas de los niveles lumínicos que se recomiendan en el manual publicado por la "IES" (Illuminating Engineering Society.) Y representan el promedio mínimo que deberá mantenerse en cualquier momento. Aquí se especifican únicamente los niveles recomendados para interiores de edificios públicos, comerciales y habitacionales, que son los de nuestro interés y que competen a este trabajo. .

2.3 Tipos de lámparas

En el mercado existe una gran variedad de lámparas, de diferentes marcas y de producción nacional e internacional. Estas lámparas presentan características diferentes, atendiendo a su tamaño y a sus características técnicas.

Para facilitar nuestro estudio las clasificaremos en tres grandes grupos, atendiendo a sus características técnicas, estos grupos se describen a continuación:

2.3.1 Lámparas incandescentes

lámparas tipo "A"

Estas lámparas son las más ampliamente utilizadas, con un promedio de vida Entre 750 y 1000 horas y entre 15 y 200 watts.

Las mas comunes de las lámparas tipo "A", están satinadas por el interior atenuando el brillo del filamento y difundiendo ampliamente la luz.

Actualmente se recubren con una densa capa de sílice que mejora la difusión y el rendimiento óptico, son la alternativa más económica, con un rendimiento de color de buena calidad que se optimiza al utilizarlo en combinación con luminarias y reflectores con ingeniería óptica de precisión.

lámparas tipo "R"

Estas lámparas tienen en el interior de su reflector un recubrimiento de aluminio y están diseñadas para instalarse en luminarias con control óptico parcial, ya que las características luminotécnicas están dadas por la lámpara.

Su promedio de vida es de 2000 horas. Son apropiadas para usarse en instalaciones donde se requiera economizar.

lámparas tipo "PAR"

Estas lámparas tienen en su interior un reflector parabólico (par). Son disponibles en una amplia variedad de potencias y haces luminosos para usarse en luminarias sin control óptico, su vida promedio nominal es de 2000 horas.

Actualmente se encuentran en el mercado Lámparas par encapsuladas (halógenas de tensión de red), aumentando los beneficios de la tecnología halógena, esto es un aumento en la emisión por watts, baja depreciación por lúmenes y mejor rendimiento cromático.

Estas nuevas lámparas ofrecen una larga vida, excelente rendimiento de color, luz mas blanca y haces de luz más precisos.

lámparas de "BAJO VOLTAJE"

Estas lámparas superan en el control del haz de luz a las lámparas tipo "R" y "PAR", gracias a su menor tamaño. Estas lámparas reducen el consumo de energía hasta dos terceras partes, su promedio nominal de vida es de 2000 a 3000 horas.

Este tipo de lámparas, denominadas PAR-36 y MR-16, se encuentran en el mercado en una amplia variedad de aperturas de haz de luz y potencia, aplicables para iluminación de acento y exhibición.

Su perfecta luz blanca y emisión calorífica controlada hacen de la lámpara MR-16 la perfecta opción en donde el rendimiento de color, bajo consumo de energía y tamaño compacto, son importantes.

2.3.2 Lámparas fluorescentes

Este tipo de lámparas se usan ampliamente, principalmente en donde se requiere una iluminación uniforme general a un bajo costo, comparadas con las lámparas incandescentes. Existen en el mercado en diferentes tamaños y capacidades, según se muestra su tabla correspondiente, que se muestra en paginas posteriores.

Es muy importante mencionar también las lámparas fluorescentes llamadas "COMPACTAS", las cuales tienen un promedio de vida de mas de 10 000 horas, es decir hasta 13 veces lo de una incandescente ordinaria; utilizando tan solo la cuarta parte de la energía consumida, la mini fluorescencia emite un haz de luz blanca con una calidad y un rendimiento parecido al de la incandescencia, con más lúmenes emitidos por watts.

Las lámparas compactas dobles son similares en tamaño a las lámparas incandescentes tipo "A" de bajo wattage y pueden ser muchas veces instaladas en los mismos luminarias.

Su rendimiento de color les permite ser utilizadas en donde se requiera una iluminación cálida, de apariencia similar a la incandescente.

2.3.3 Lámparas de descarga de alta intensidad "HID".

Básicamente este tipo de lámparas se fabrican en tres tipos

lámparas de "VAPOR DE MERCURIO":

El promedio de vida de estas lámparas es de 24 000 horas. Su larga vida y su buen mantenimiento de lúmenes, hacen a la lámpara de vapor de mercurio ideal para ubicarlas en lugares en donde el mantenimiento es difícil o inconveniente, recientes desarrollos han mejorado su rendimiento de color.

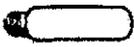
Lámparas de "ADITIVOS METÁLICOS"

Estas lámparas ofrecen el mejor rendimiento de color de las HID, tienen una vida promedio nominal de 19 000 horas. Su uso principal es en aplicaciones comerciales en donde se requieren altas alturas de montaje y altos niveles de iluminación. Algunas llegan a consumir hasta la cuarta parte de lo que requeriría una lámpara incandescente para generar la misma cantidad de lúmenes emitidos. Las nuevas lámparas compactas HQI suministran el excelente rendimiento de color de los aditivos metálicos en menores wattages que les permiten ser utilizadas en luminarias mas reducidas, haciendo posible su aplicación hasta en techos con alturas entre 2.40 y 3.60 metros.

Lámparas de "SODIO DE ALTA PRESIÓN".

Este tipo de lámpara es la de mejor rendimiento lumínico por watt de las lámparas de HID con un promedio de vida nominal de 24 000 horas. Son altamente eficientes con una fuerte emisión de luz aunque no muy buena reproducción cromática, estas lámparas son las mejores en donde la eficiencia es el principal factor a considerar.

2.3.4 Tabla resumen de "TIPOS DE LAMPARAS"

LAMPARAS INCANDESCENTES							
DE VOLTAJE ESTÁNDAR							
TIPO DE LAMPARA	BASE	POTENCIA EN WATTS	TENSIÓN EN VOLTS	VIDA EN HORAS	FLUJO LUMINOSO EN "LÚMENES"		
	A-19	E-26	60	127	1000	820	
			75	127	1000	1070	
			100	127	1000	1560	
	PS-25	E-26	200	127	750	3200	
	P-14	E-26	25	127	1000	435	
			40	127	1000	635	
			E-14	15	127	1000	435
			E-14	25	127	1000	490
			E-14	40	127	1000	435
	G-18 1/2	E-26	25	127	1500	240	
	G-25	E-26	40	127	1500	220	
	G-30	E-26	60	127	1500	440	
	G-40	E-26	75	127	2000	860	
	T-7	E-26	15	127	1000	158	
	T-10	E-26	40	127	1000	115	

(Seleccionadas y clasificadas por el autor)
 (Fuente: 04,05,06 Catálogos de lámparas)

2.3.4 Tabla resumen de "TIPOS DE LAMPARAS"

LAMPARAS INCANDESCENTES						
DE VOLTAJE ESTÁNDAR						
TIPO DE LAMPARA	BASE	POTENCIA EN WATTS	TENSIÓN EN VOLTS	VIDA EN HORAS	FLUJO LUMINOSO EN "LÚMENES"	
	S-6	E-26	6	127	1500	40
	S-11	E-26	10	127	1500	79
	S-14	E-26	14	127	1500	80
	QT-3	P-15	300	127	2000	5950
	QT-4	E-12	250	127	2000	5000
	PAR 16/C	E-26	55	127	2000	5100
	PAR 20/C	E-26	50	127	2000	4600
	PAR 30/C	E-26	50	127	2000	6500
	PAR 38/C	E-26	90	127	2000	7000
	R-20	E-26	50	127	2000	
	R-30	E-26	75	127	2000	
	R-40	E-26	150	127	2000	
	PAR-36	E-26	150	127	2000	

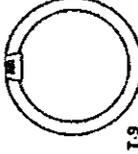
(Seleccionadas y clasificadas por el autor)
 (Fuente: 04,05,06 Catálogos de lámparas)

2.3.4 Tabla resumen de “TIPOS DE LAMPARAS”

LAMPARAS INCANDESCENTES						
DE BAJO VOLTAJE						
TIPO DE LAMPARA	BASE	POTENCIA EN WATTS	TENSIÓN EN VOLTS	VIDA EN HORAS	FLUJO LUMINOSO EN “LÚMENES”	
	ESX	2-PIN	20	12	2000	920
	EXT	2-PIN	50	12	3000	2540
	EXN	2-PIN	50	12	3000	420
	EZX	2-PIN	20	12	3000	1170
	EZY	2-PIN	42	12	3000	1410
	PAR-36/C		25	12	2000	4200
			50	12	2000	8900

(Seleccionadas y clasificadas por el autor)
 (Fuente: 04,05,06 Catálogos de lámparas)

2.3.4 Tabla resumen de "TIPOS DE LAMPARAS"

LAMPARAS FLUORESCENTES						
NORMALES DE VOLTAJE ESTÁNDAR						
TIPO DE LAMPARA	BASE	POTENCIA EN WATTS	TENSIÓN EN VOLTS	VIDA EN HORAS	FLUJO LUMINOSO EN "LÚMENES"	
	SL	2-PIN	20	127	7500	1150
	ER	2-PIN	20	127	9000	1260
	ER	2-PIN	20	127	9000	1075
	SL	2-PIN	21	127	7500	1190
	ER	2-PIN	40	127	12000	3150
	ER	2-PIN	40	127	12000	2650
	SL	2-PIN	40	127	9000	3000
	SL	2-PIN	39	127	9000	2060
	SL	2-PIN	39	127	12000	4600
	SL	2-PIN	55	127	12000	3900
	SL	2-PIN	55	127	12000	6300
	SL	2-PIN	75	127	12000	5400
	HO	2-PIN	75	127	12000	6650
	VHO	2-PIN	110	127	12000	9200
	VHO	2-PIN	110	127	10000	6800
	PG	2-PIN	215	127	10000	15000

NOTAS

- SL SLIMLINE
- ER ENCENDIDO RÁPIDO
- HO
- VHO

(Seleccionadas y clasificadas por el autor)
 (Fuente: 04,05,06 Catálogos de lámparas)

2.3.4 Tabla resumen de “TIPOS DE LAMPARAS”

LAMPARAS FLUORESCENTES						
COMPACTAS DE VOLTAJE ESTÁNDAR						
TIPO DE LAMPARA	BASE	POTENCIA EN WATTS	TENSIÓN EN VOLTS	VIDA EN HORAS	FLUJO LUMINOSO EN 'LÚMENES'	
	PL7	2-PIN	7	127	10000	400
	PL9	2-PIN	9	127	10000	600
	PL13	2-PIN	13	127	10000	900
	PL18	2-PIN	18	127	10000	1200
	PL36	2-PIN	36	127	10000	2900
	PLC9	2-PIN	9	127	10000	600
	PLC13	2-PIN	13	127	10000	900

LAMPARAS DE ALTA DESCARGA						
HID						
TIPO DE LAMPARA	BASE	POTENCIA EN WATTS	TENSIÓN EN VOLTS	VIDA EN HORAS	FLUJO LUMINOSO EN 'LÚMENES'	
	BT28 ₁	E-39	175	220	24000	8600
	BT28 ₁	E-39	250	220	24000	12100
	BT25 ₂	E-39	150	220	24000	16000
	BT28 ₃	E-39	175	220	10000	14000
	BT28 ₃	E-39	250	220	10000	20500

1 - MERCURIO 2 - SODIO ALTA PRESION 3 - ADITIVOS METALICOS

(Seleccionadas y clasificadas por el autor)
 (Fuente: 04,05,06 Catálogos de lámparas)

2.4 Tipos de luminarias

Existe en el mercado una gran variedad de luminarias, desde las económicas y sencillas hasta las exageradamente caras y complicadas. Las hay de diferentes tamaños y características técnicas, dependiendo del fabricante, que puede ser a su vez nacional o extranjero.

Actualmente resulta muy complicado decidir el tipo de luminaria o luminarias que usaremos en nuestro proyecto u obra, sin embargo este problema se simplifica cuando se conocen las características técnicas, marcas y costos de las mismas.

Para cubrir el propósito de este documento daremos a conocer algunas marcas nacionales con especificaciones de algunas luminarias que fabrican. Primero mencionaremos algunas marcas de productos y posteriormente se hace una tabla con la clasificación de luminarias según su aplicación.

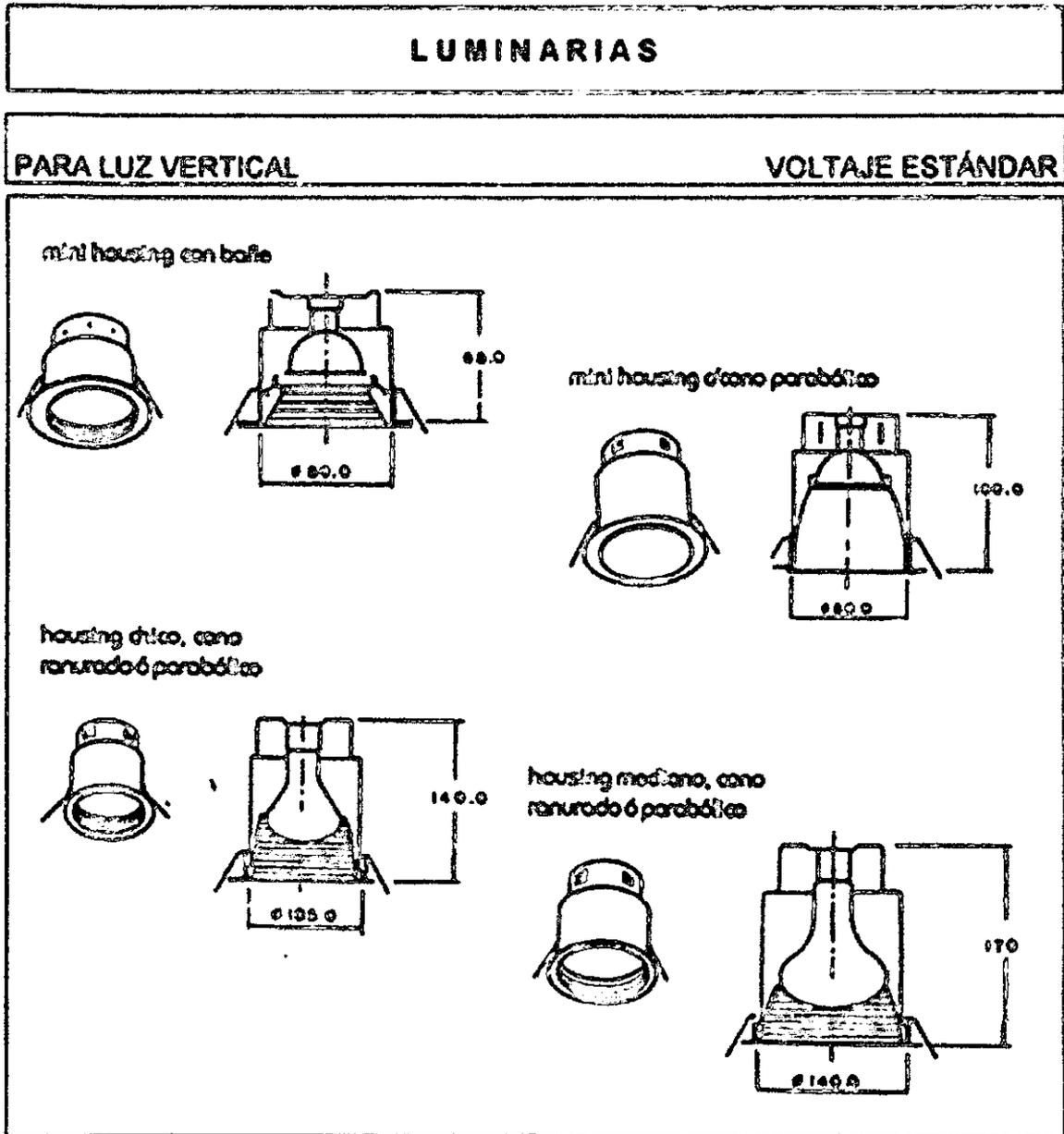
2.4.1 Algunas marcas nacionales

LUMINEK
LIGHTOLIER
CONSTRULITA
STARCO
ELECTRO LIGHTING MEXICANA
HOLOPHANE
PEICO
PLUZ

2.4.2 Algunas marcas internacionales

LIGHTOLIER
HADCO
LUCIFER
STAFF
STARFIRE
ARTEMIDE
PRISMA
TARGETTI

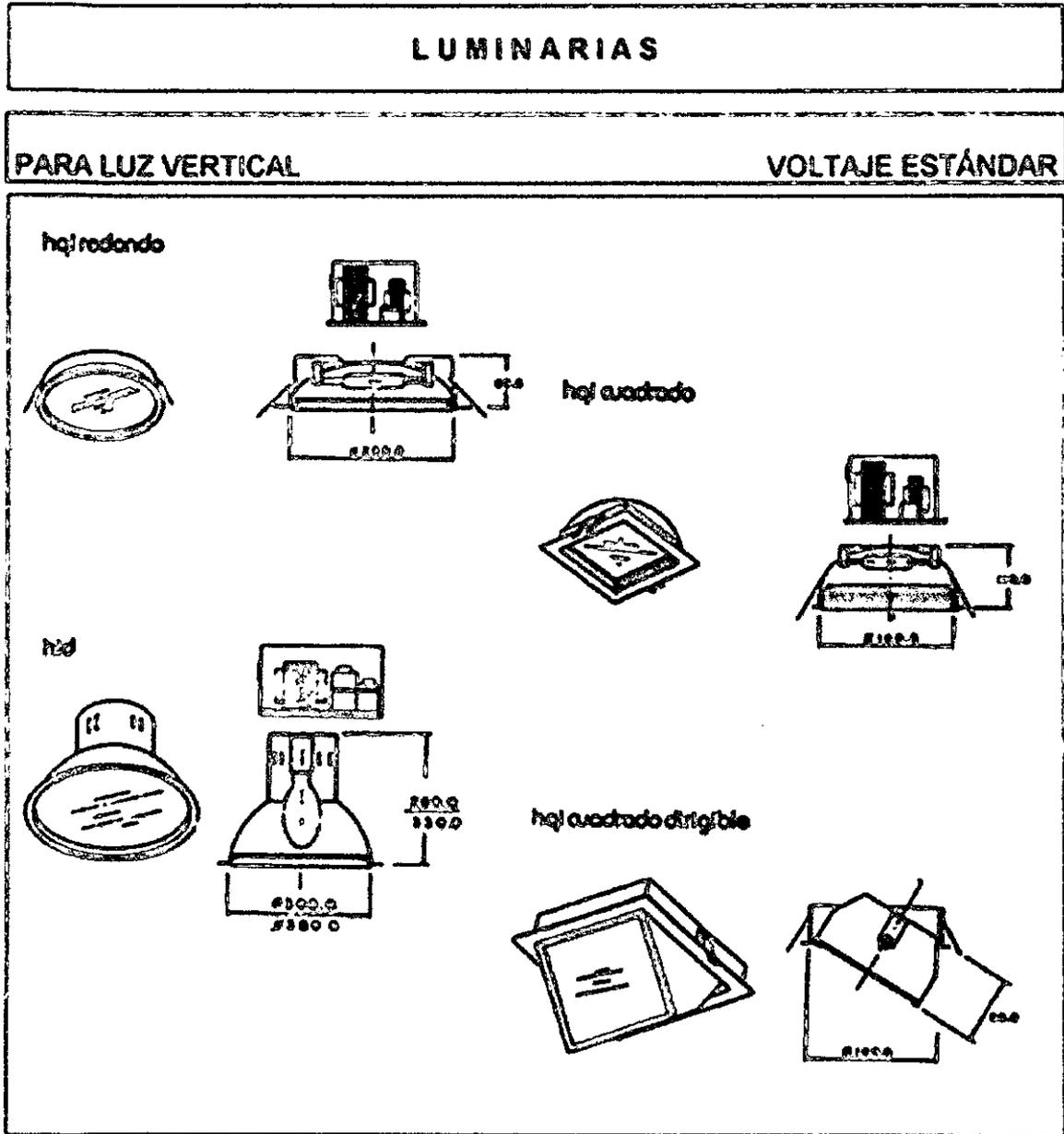
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 09 Catálogos de luminarias)

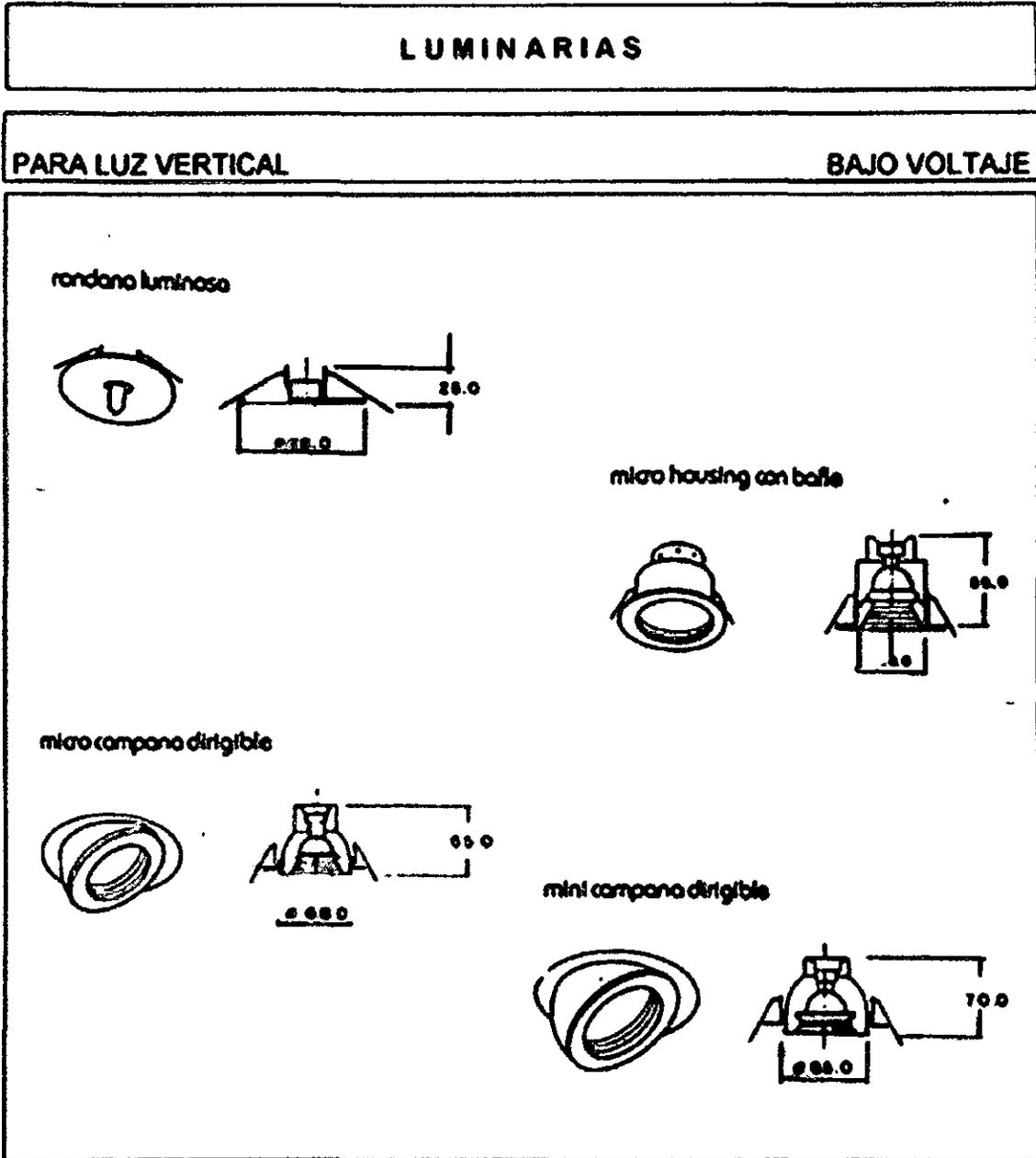
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 09 Catálogos de luminarias)

2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 09 Catálogos de luminarias)

2.4.3 Clasificación de luminarias

LUMINARIAS

PARA LUZ VERTICAL
BAJO VOLTAJE

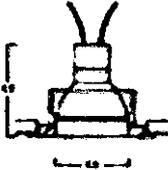
- Haz de luz concentrado
- Cono de aluminio en dos acabados.
- Ajuste vertical de 40° y horizontal de 35°.
- Bajo voltaje.
- **NO INCLUYE TRANSFORMADOR.**



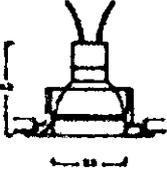
	aluminio	2009-43	1009-43	1119-43
	negro	2009-46	1009-46	1119-46
	Lámpara	MR11-35w	MR16-50w	PAR36-50w

- Luminario compacto empotrable en falso plafón, proporciona iluminación de acento.
- Esmalte alquidático horneado.
- Fabricado en aluminio.
- **NO INCLUYE TRANSFORMADOR.**

RECHAZADO



FUNDICION

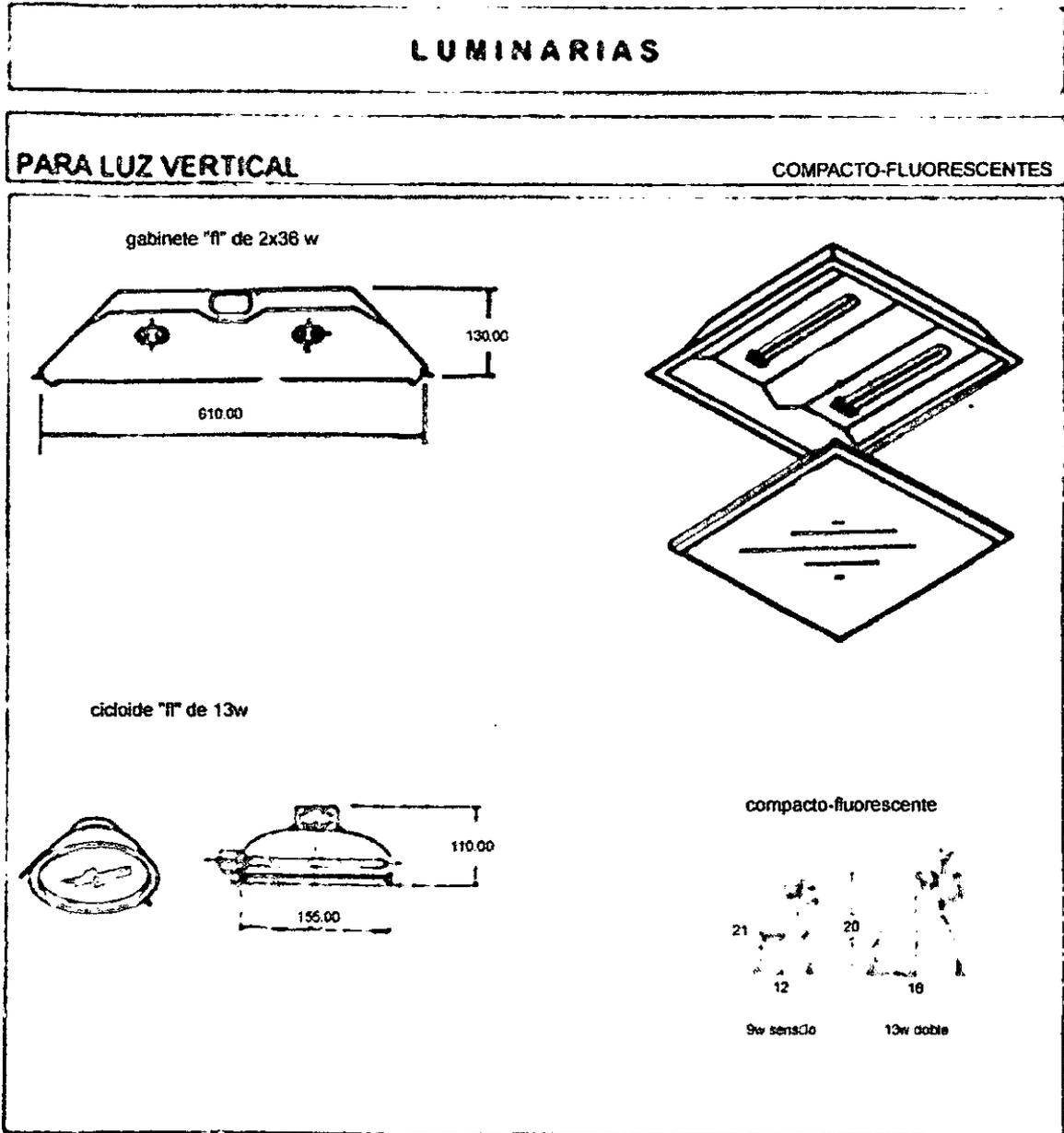


blanco	8661-45	8660-45
negro	8661-46	8660-46
Lámpara	MR-11-35w	MR16-50w

(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: ⁰⁷ Catálogos de luminarias)

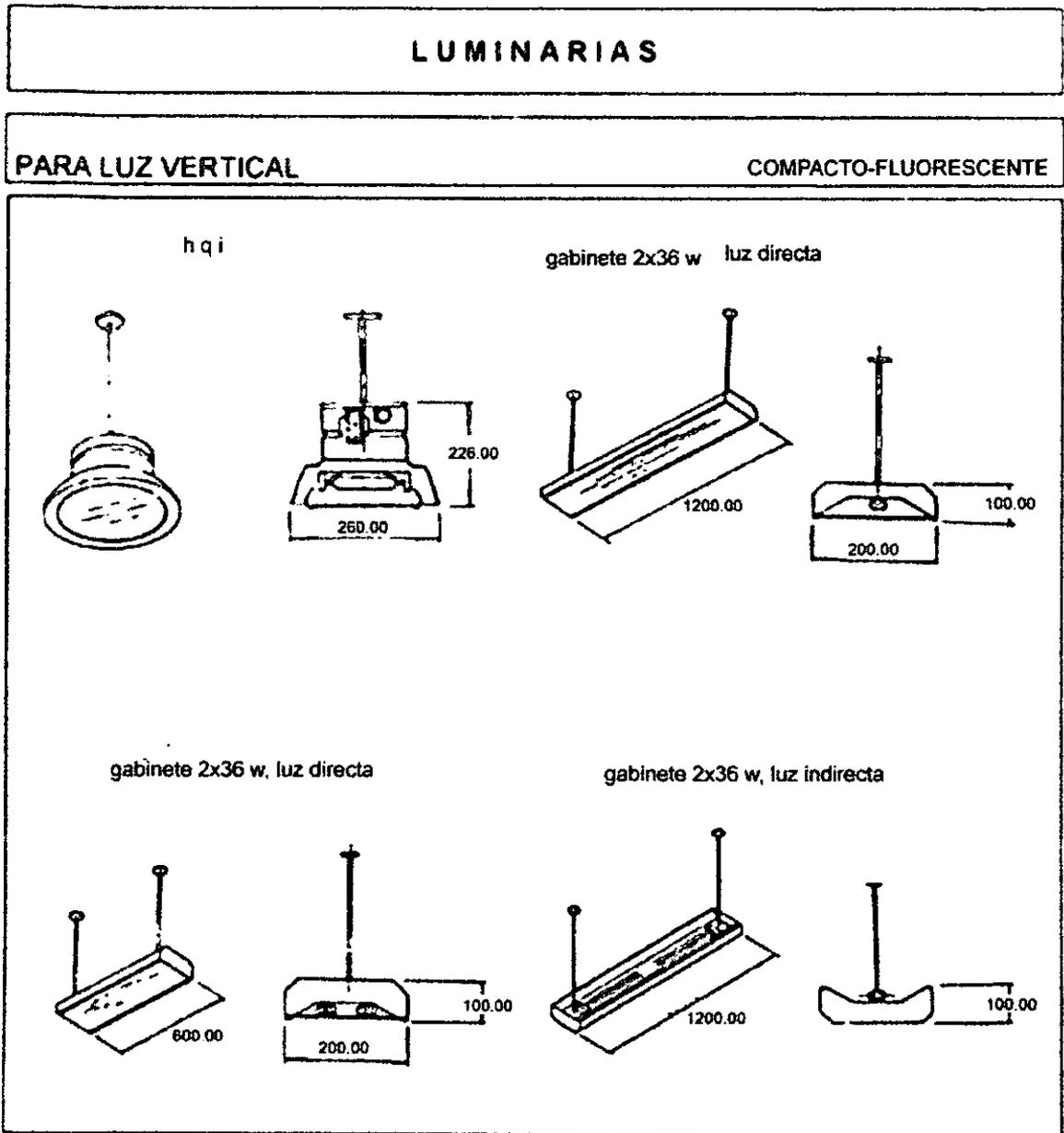
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

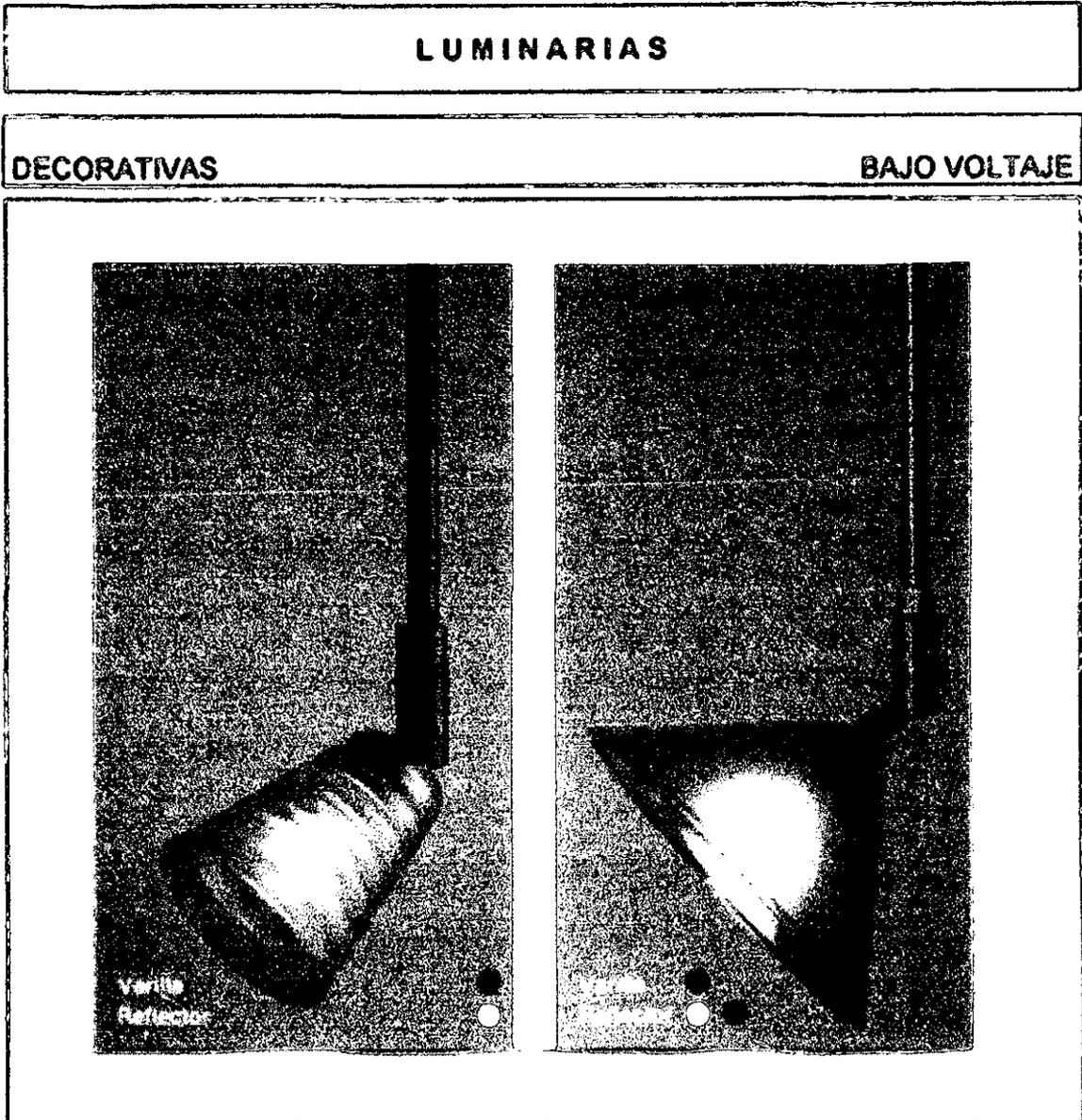
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: ⁰⁹ Catálogos de luminarias)

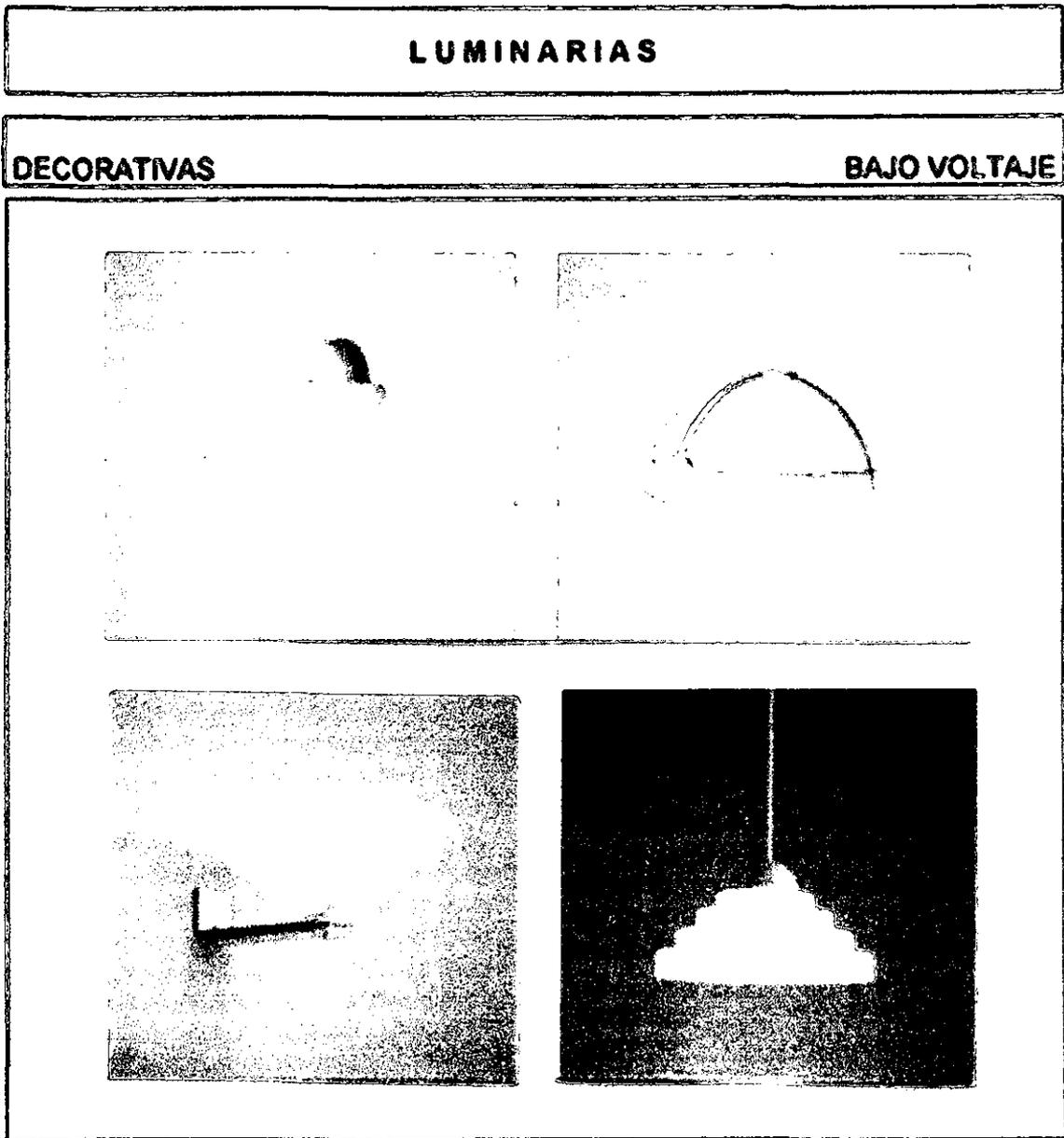
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

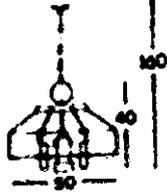
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

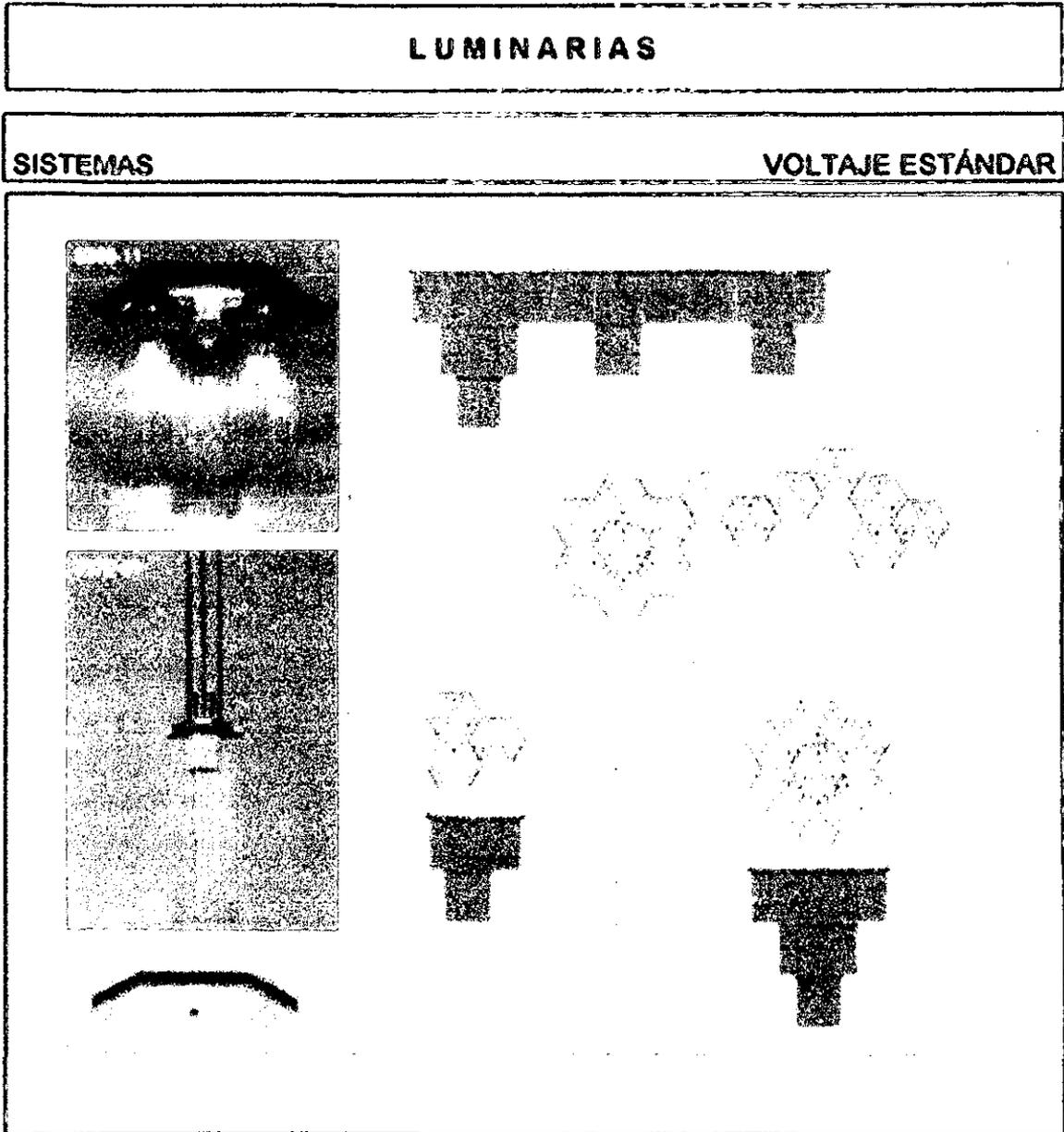
2.4.3 Clasificación de luminarias

LUMINARIAS					
DECORATIVAS	VOLTAJE ESTÁNDAR				
<ul style="list-style-type: none"> • Varillas de cristal claro. • Base triangular de latón pulido. • 12 luces. 	 <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">latón</td> <td style="padding: 2px 10px;">5266-51</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Lámpara</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 2px 10px;">P45-40w base E-14</td> </tr> </table>	latón	5266-51	Lámpara	P45-40w base E-14
latón	5266-51				
Lámpara	P45-40w base E-14				
<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de cristal enmarcadas en latón. • 5 luces. • Iluminación vertical de acento. 	 <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">latón</td> <td style="padding: 2px 10px;">5263-51</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Lámpara</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 2px 10px;">P45-25w base E-14 R20-50w</td> </tr> </table>	latón	5263-51	Lámpara	P45-25w base E-14 R20-50w
latón	5263-51				
Lámpara	P45-25w base E-14 R20-50w				

(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

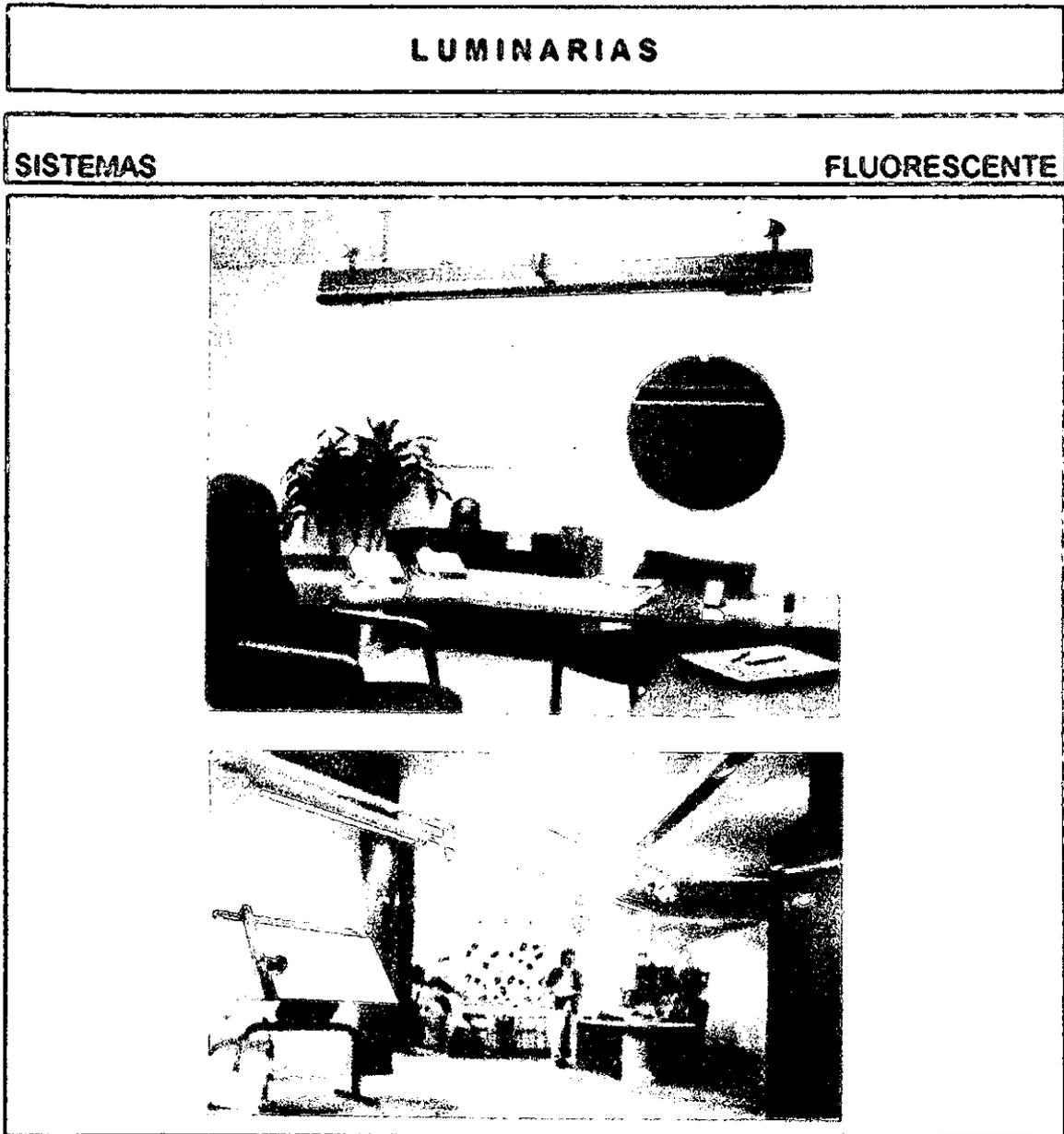
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

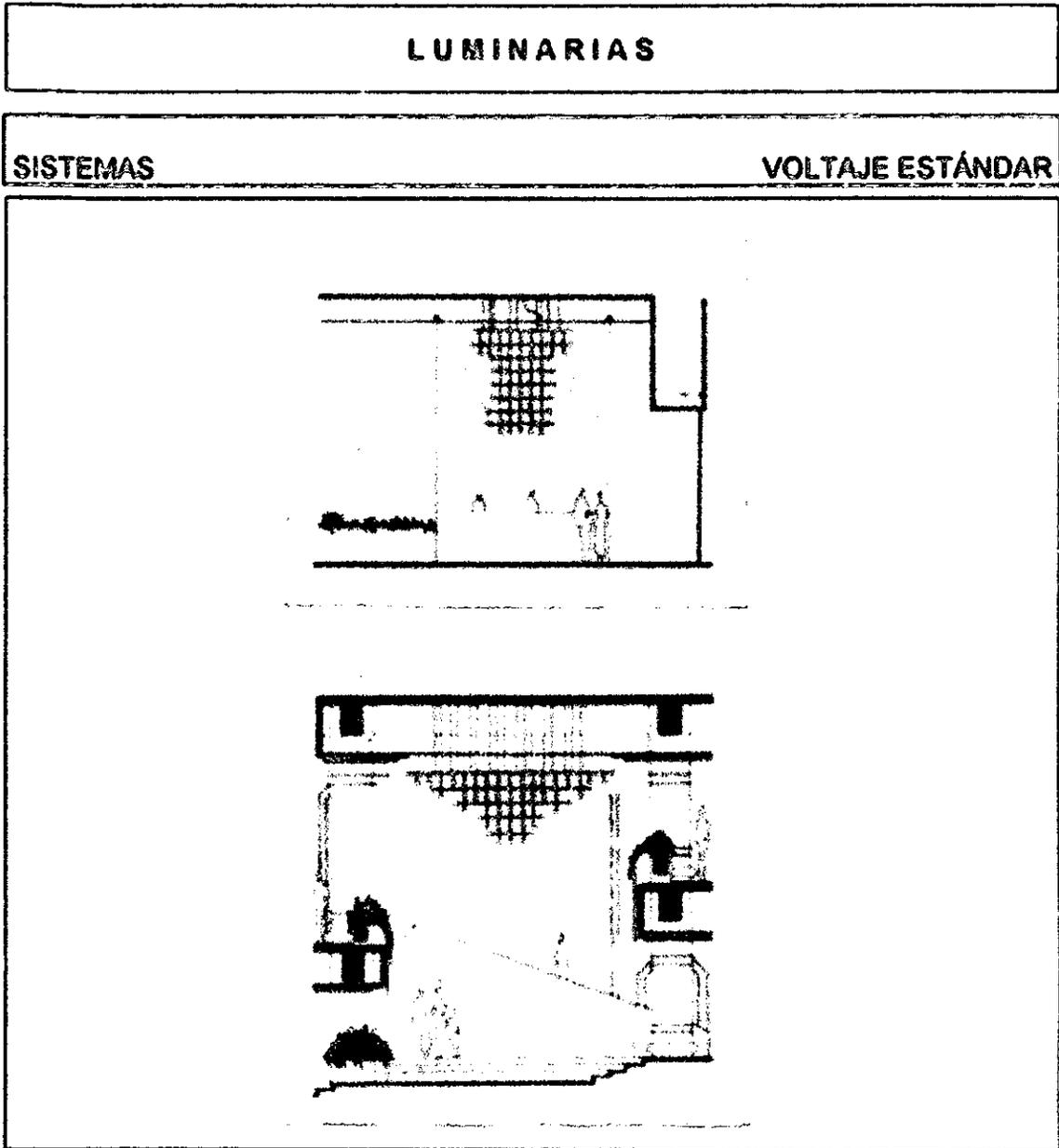
2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

2.4.3 Clasificación de luminarias



(Seleccionadas y clasificadas a criterio del autor considerando características técnicas, funcionales y efectos lumínicos para su aplicación, así como su aspecto estético.)

(Fuente: 07 Catálogos de luminarias)

CAPITULO 3

CALCULO DE LA ILUMINACIÓN

Capítulo 3 CALCULO DE LA ILUMINACION

3.1 Cantidad requerida de la iluminación

La cantidad de la iluminación es algo a lo durante mucho tiempo se le ha concedido mayor importancia que a la calidad. En la planificación de un sistema de iluminación, esto ha sido siempre objeto de controversia. Por una parte, hay comercialismo cada vez que los niveles recomendados de la iluminación son aumentados; por otra parte hay personas que han ido mas allá de los niveles recomendados en las publicaciones de la materia.

Como el ojo humano tiene la capacidad de funcionar en una amplia gama de niveles de iluminación, el aspecto económico ha tenido considerable influencia sobre la cantidad de luz que se usa en casos específicos. A medida que las lámparas y artefactos se hicieron más eficientes y la electricidad más barata, los niveles de iluminación continuaron aumentando. Investigaciones han demostrado y siguen demostrando que muchas tareas visuales son realizadas más rápida y fácilmente con niveles más altos de iluminación. Las investigaciones realizadas por el Dr. Richard H. Blackwell de la Universidad del Estado de Ohio para el Instituto de Investigaciones de Ingeniería de Iluminación han sido muy provechosas en ese aspecto.

En todo caso, sé esta en el lado seguro, cuando se respetan las recomendaciones de la Asociación Americana de Normas (ASA) o de la Sociedad de Ingeniería de Iluminación.

Existen varios métodos para determinar la cantidad de iluminación requerida incluso para las diferentes áreas de un mismo proyecto.

Consideraremos los tres métodos mas conocidos y aceptados por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación "IES"

1. - Método de Harrison Anderson ò Método de los Lúmenes
2. - Método punto por punto.
3. - Método de Cavidad Zonal

Cabe mencionar que actualmente para los cálculos de iluminación existen programas de computadora que consideran estos métodos, por ejemplo en Italia la empresa Targetti Illuminazione diseño un programa con el cual se Obtiene una mayor rapidez y precisión en los cálculos.

3.2 Recomendaciones previas al cálculo

- A.- Elección del nivel de iluminación (visto en el punto 2.2 del capítulo 2)
- B.- Calidad de iluminación: Para obtener una buena calidad de iluminación es necesario tomar en cuenta los requisitos siguientes:

Eliminación del **deslumbramiento**

Adecuado **grado de contraste de brillo** dentro de la tarea que se realiza

Cuidar la **estética** de la iluminación

Deslumbramiento

Lo que se llama deslumbramiento, producido por el brillo directo de una lámpara o el reflejo de una imagen en una superficie brillante, puede dividirse en 3 tipos: deslumbramiento que distrae, deslumbramiento molesto y deslumbramiento que incapacita.

Cada uno de estos puede ser producido directamente como resultado del brillo directo de una lámpara o en la forma de una imagen reflejada en una superficie como la cubierta de un escritorio.

El deslumbramiento que distrae hace que se aparte la vista del trabajo y se dirija hacia la fuente de deslumbramiento.

El deslumbramiento molesto es más bien algo personal, y la reacción de las personas a esa situación varía ampliamente.

El deslumbramiento incapacitante impide la realización de una tarea. Como este deslumbramiento es objetivo no hay variación apreciable en la reacción de los individuos.

Contraste de brillo

Contraste es la base para el máximo de visibilidad. La visibilidad es más fácil cuando el nivel de contraste dentro del área de trabajo es alto. Por otra parte, fuera del área de trabajo, un alto nivel de contraste no es ventajoso, pues resulta incomodo y aun fatigoso, para la vista estar volteando constantemente a las áreas adyacentes a la zona de trabajo que estén menos iluminadas.

Se han establecido relaciones para limitar el brillo dentro de un local, las cuales no deben exceder los siguientes valores:

Entre la faena y la zona adyacente	3 a 1
Entre la faena y las zonas más remotas	10 a 1
Entre las luminarias y las zonas cercanas	20 a 1

Estética de la iluminación

El aspecto estético de la calidad de la iluminación se considerara brevemente. La iluminación puede resaltar u opacar los detalles arquitectónicos o el tono de color de un espacio arquitectónico.

3.3 Técnicas para el cálculo de la iluminación

3.3.1 Método de Harrison Anderson o método de los lúmenes

Este método es usado para los cálculos en un local donde se requiere una iluminación uniforme sobre el plano de trabajo. Incluye una manera para tomar en consideración la forma y reflexión del local y los usa en la fórmula de lúmenes para determinar la iluminación en pies bujías.

Tomando en consideración la definición de luxes visto en el punto 1.3.7 del capítulo 1, se deduce que los Luxes suministrados por una fuente luminosa sobre un plano de trabajo, se calcula dividiendo la emisión luminosa de la fuente en lúmenes por el numero de metros cuadrados del plano sobre el cual llega la luz. Esto se expresa la siguiente fórmula básica, llamada también de los lúmenes:

Luxes = Lúmenes de la lámpara / metros cuadrados del área considerada

Los lúmenes se obtienen de las tablas de datos técnicos que da el fabricante de las distintas lámparas que existen en el mercado.

Para determinar realmente la cantidad de luz que llega al plano de trabajo hay que tomar en cuenta las perdidas de luz ocurridas entre la fuente luminosa y la superficie, y también que la salida de lúmenes de la lámpara no se mantiene igual a su valor inicial. La iluminación en un local se considera en la practica sobre un plano horizontal de trabajo normalmente a una altura de 75 cm. Sobre el suelo.

Para nuestros cálculos reales de iluminación, considerando las observaciones anteriores y también que en un local determinado puede haber más de un equipo de iluminación y éste a su vez conteniendo más de una lámpara. LA fórmula básica anterior se transforma en la siguiente:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{No de lámparas} \times \text{lúmenes de cada lámpara} \times \text{cu} \times \text{fm}}{\text{área del local}}$$

Como normalmente lo que se requiere calcular es el No. de lámparas, despejamos de la fórmula, quedando:

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{Luxes x área}}{\text{Lúmenes totales x cu x fm}}$$

Coefficiente de utilización (cu)

En un local algunos de los lúmenes emitidos serán absorbidos por los materiales reflectores, refractores y transmisores de la luminaria: y otros serán absorbidos por el techo y las paredes. Para tomar en consideración todas estas perdidas se usa un factor llamado **coeficiente de utilización (cu)**.

El valor numérico del coeficiente de utilización depende de las dimensiones del local, las características de la luminaria y la reflexión del techo, suelo y paredes.

Para tomar en cuenta las dimensiones del local se aplica la formula llamada:

$$\text{Relación de local} = (\text{largo x ancho}) / \text{altura de montaje (largo + ancho)}$$

Para tomar en cuenta la reflexión es necesario primeramente conocer los acabados y los colores de muros, pisos y plafones y después consultar alguna tabla de valores de reflexión de color de algún fabricante de colores. Una vez obtenidos estos datos se calculan el promedio de reflexión de todos los colores que intervienen en nuestro local para plafones paredes y pisos.

Si no se cuenta con la información del fabricante de pinturas se puede calcular prácticamente este porcentaje de reflexión, considerando que una superficie recién pintada de blanco tiene una reflexión que oscila entre un 75 y un 80 %. Este valor lo podemos variar arriba y abajo, a criterio, considerando que los colores de los locales generalmente son blancos o colores claros y que con esta aproximación nuestro cálculo lumínico es bastante aceptable.

Una vez que obtuvimos estos datos (relación de local; reflexiones de plafones, muros y pisos), procedemos a calcular el coeficiente de utilización (cu). Localizando este valor correspondiente a la luminaria que estemos utilizando en la tabla que para este efecto publican los fabricantes de luminarias.

Cuando no se cuenta con la información del fabricante puede hacerse un cálculo aproximado dando un valor entre un 40 y 80 % a este factor de utilización basado en la experiencia del proyectista de iluminación.

Factor de mantenimiento (fm)

Al pasar el tiempo después de que una lámpara es instalada, su salida luminosa disminuye, por lo tanto no se mantiene en un mismo nivel.

También ocurre una pérdida adicional de luz por el polvo y suciedad que se acumulan en las lámparas y luminarias. Esta pérdida de luz la consideramos usando un factor llamado **factor de mantenimiento (fm)**.

Este factor de mantenimiento es la fuente principal de posibles errores cuando se hace un cálculo de iluminación. Sobre este punto se presentan dos preguntas que es preciso contestar.

¿ Con que rapidez se ensuciara una luminaria en sitio determinado?

¿ Con que frecuencia es posible limpiarlo?

La practica usual ha sido clasificar las condiciones ambientales como buenas, medianas y malas, que corresponden respectivamente a las siguientes condiciones:

Buenas : El sitio de instalación es limpio y las lámparas y luminarias se limpiarán frecuentemente.

Medianas: Entre buenas y malas.

Malas: El sitio de instalación es sucio y las lámparas y luminarias se limpian con poca frecuencia.

Para convertir estas definiciones a valores numéricos los expertos en iluminación han estimado en función de porcentajes de la siguiente forma:

Buenas en un 75 %
medianas en un 70 %
malas en un 60 %

Cuando contamos con los datos del coeficiente de utilización (cu) y con el factor de mantenimiento (fm), procedemos a sustituirlos en la fórmula completa para realizar nuestro cálculo de iluminación.

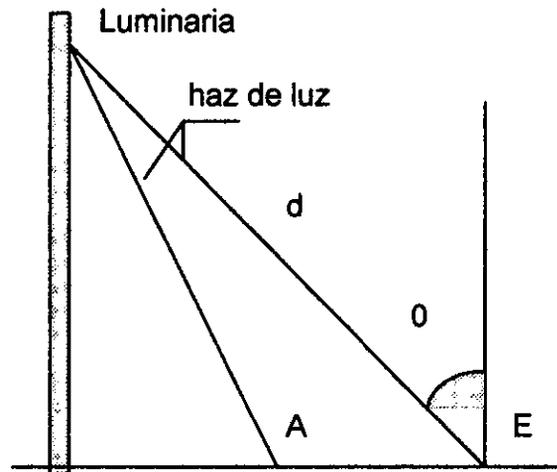
3.3.2 Método punto por punto

Este método es utilizado para calcular la cantidad de iluminación requerida en un punto determinado. Este método también se usa en los cálculos de iluminación exterior donde no hay ni paredes ni techos que causen reflejos internos. La iluminación en ese punto determinado perpendicular a los rayos de luz, puede encontrarse aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{pies-bujias} = I/d^2$$

Como en la realidad casi nunca el rayo de luz queda perpendicular al plano de trabajo, sino que forma un ángulo con relación a la fuente de luz, la fórmula anterior queda modificada como sigue:

$$\text{pies-bujias} = I \cos \theta / d^2$$



De la fórmula anterior se describen los siguientes conceptos:

en donde:

- I** Es la intensidad en candelas de la fuente de luz en dirección al punto donde se efectuara la medición.
- d** Es la distancia de la línea central de la curva Fotométrica de la fuente de luz hasta el punto de medición en pies.
- θ** Es el ángulo entre el rayo de luz que incide en el punto E y una línea perpendicular al plano de trabajo

La fórmula final anterior sirve para conocer la iluminación en el punto E, las unidades del resultado se dan en PIES-BUJIAS.

Para hacer la conversión de pies - bujías a luxes basta observar que

1 lux = 10.76 pies bujías.

Por lo tanto al resultado obtenido se multiplica por 10.76 y obtendremos la cantidad en Luxes.

3.3.3 Cantidad de iluminación por el método de cavidad zonal

La sociedad de ingeniería de iluminación IES, recomienda el método del uso del método de cavidad zonal, para los cálculos de iluminación interior uniformemente distribuido sobre superficies horizontales. La adopción de este método depende de la buena disposición de los fabricantes de artefactos para hacer el trabajo adicional que requiere la preparación de las tablas de los coeficientes de utilización, y la de los diseñadores de alumbrados para aumentar el trabajo de diseño, calculando del valor correcto del coeficiente, por medio de las tablas. Una vez determinado este valor, se usa la formula de los lúmenes que se emplea en el método de Harrison—Anderson.

Las ventajas del nuevo método ponen en evidencia las limitaciones del método de Harrison —Anderson. El comité de practicas de diseños de iluminación de la sociedad de ingeniería de iluminación (IES) declaro en mayo de 1964 lo siguiente:

“Este extenso procedimiento, permite por primera vez, el calculo de los valores del coeficiente de utilización tomado en consideración lo siguiente:

- 1) Longitud limitado de los soportes de las lámparas colgantes
- 2) Alturas diferentes de los planos de trabajo
- 3) Reflejos diferentes por encima y por debajo de las luminarias
- 4) Obstrucciones en la cavidad del techo y en el espacio por debajo del plano de trabajo
- 5) Formas de locales formados por mas de un rectángulo
- 6) áreas divididas dentro de un amplio local

El cambio básico implica la división del local en las tres cavidades siguientes:

A) Una se extiende desde el artefacto hasta el techo y es llamada la cavidad del techo

B) Otra se extiende del artefacto hasta el plano de trabajo y se llama la cavidad del cuarto

C) La tercera se extiende desde el plano de trabajo hasta el suelo y se llama la cavidad del suelo.

Para determinar los valores de los reflejos efectivos en la cavidad del techo, la cavidad del local y la cavidad del suelo es necesario consultar las tablas de los coeficientes de utilización que editan los fabricantes de artefactos de iluminación.

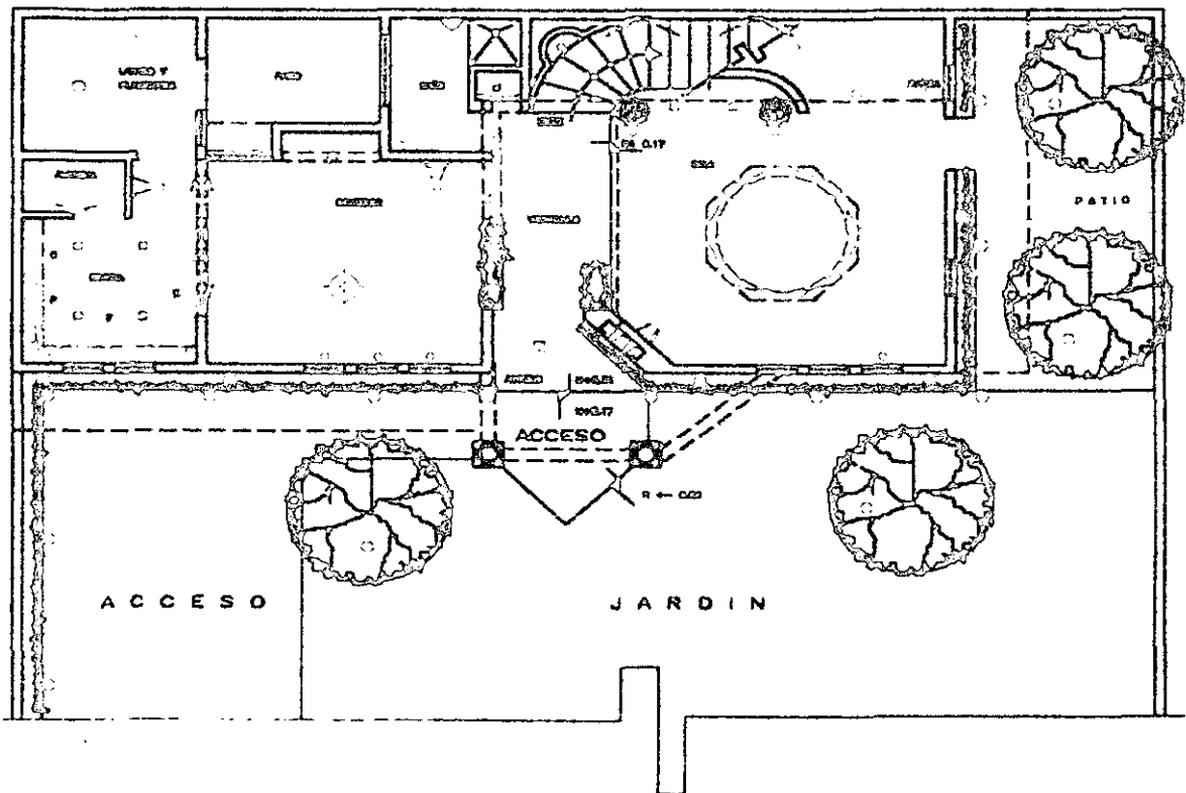
En muchas instalaciones, el coeficiente de utilización determinado por el método de cavidad zonal no difiere mucho del que se obtiene por el método de Harrison—Anderson. Sin embargo, los proponentes del nuevo método señalan que es considerablemente más preciso para locales pequeños con techos altos y para otros casos. El usuario debe decidir por sí mismo si justifica el trabajo adicional que este método requiere, en vista de que aun quedan ciertas imprecisiones. Estas imprecisiones se refieren especialmente a las lámparas fluorescentes cuya capacidad de iluminación es afectada por la calidad de balastro y la temperatura del ambiente cercano a las lámparas. Posiblemente el desarrollo de los computadores, nos permitirá llegar al punto donde será posible evaluar todas las variables principales con suficiente precisión para poder llegar a soluciones confiables sin mucha dificultad.

CAPITULO 4

APLICACION

4.1 Proyecto arquitectónico habitacional

Aquí se presenta la planta baja del proyecto arquitectónico de una casa-habitación con su diseño lumínico. Como se recomendó en el capítulo 2, se presenta debidamente amueblada en todos sus locales.



PLANTA BAJA

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Cuadro de simbología y calculo de carga eléctrica

S I M B O L O G I A D E P . B .				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
	LUM. DE EMPOTRAR C/CRISTAL DIFUSOR	PL 13 W	8	104
	LUM. DE EMPOTRAR C/ARILLO NEGRO	MR16 20 W	6	120
	LUM. REFLECTOR P/BAJO VOLTAJE	MR16 20 W	9	180
	LUM. DE SOBREPONER COMPACTO-FL	PL 13 W	4	52
	TUBO FLUORESCENTE C/EQUIPO 2x20W	2FL 20 W	4	160
	LUM. DE EMPOTRAR C/CRISTAL DIFUSOR	2PL 13 W	4	104
	LUM. DE SOBREPONER DECORATIVO	3MR16 50 W	1	150
	LUM. REFLECTOR P/EXTERIOR P/BAJO V.	MR16 50 W	5	250
	LUM. DE SOBREPONER DECORATIVO	PL 13 W	1	13
	LUM. PARA EXTERIOR VOLTAGE ESTANDAR	PL 13 W	11	143
	LUM. PARA EXTERIOR P/BAJO V.	MR16 50 W	4	200
	LUM. REFLECTOR P/EXTERIOR P/BAJO V.	MR16 20W	6	120
S U M A			63	1586

OBSERVACIÓN

CONSIDERANDO LA CARGA TOTAL, TENEMOS UN CONSUMO PROMEDIO POR LUMINARIO DE 25.33 W

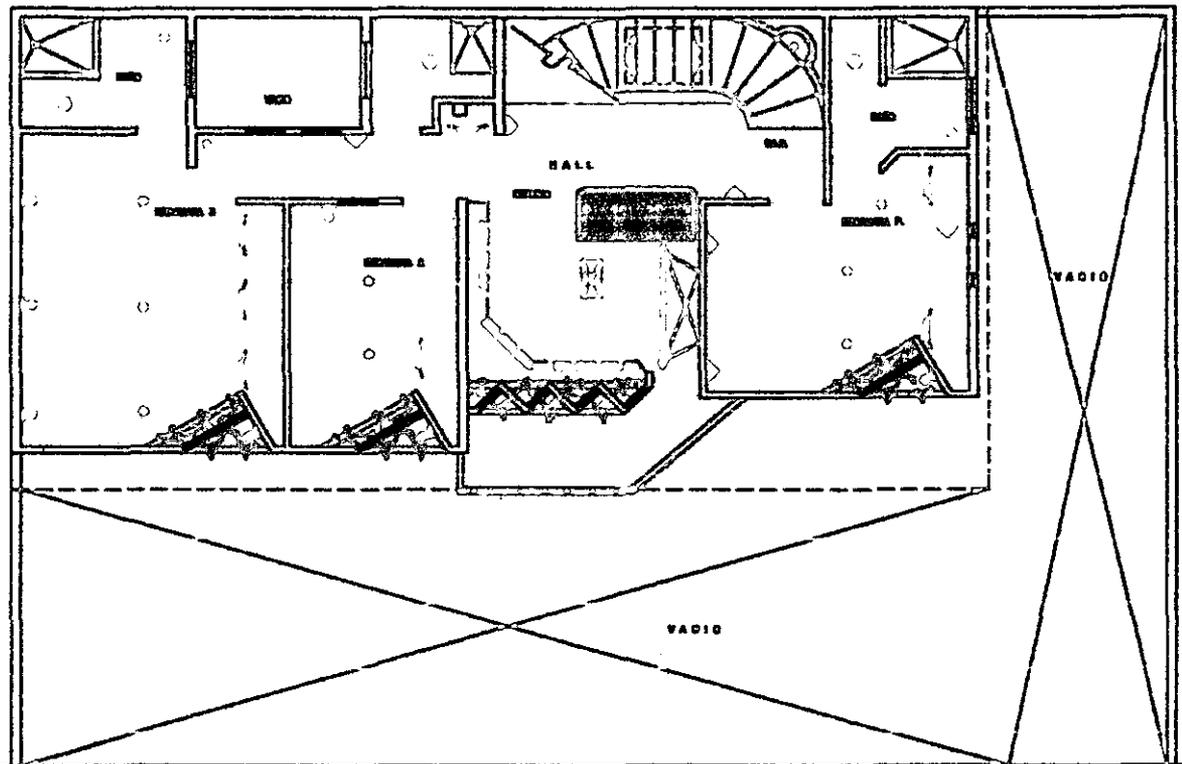
(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Se esta optimizando la aplicación de la energía eléctrica al considerar la utilización de lámparas ahorradoras de energía a voltaje estándar y lámparas dicróicas de bajo voltaje, asimismo, se utilizan para estas lámparas balastros de alto rendimiento y transformadores electrónicos respectivamente

Si en todos los casos se utilizara lámparas convencionales por lo menos de 75w c/una tendríamos una carga de 4725w que representaría un 300% mas de consumo lo que repercutiría en un porcentaje igual en el pago mensual de la compañía de luz.

4.1 Proyecto arquitectónico habitacional

Aquí se presenta la planta alta del proyecto arquitectónico de una casa-habitación con su diseño lumínico. Como se recomendó en el capítulo 2, se presenta debidamente amueblada en todos sus locales.



P L A N T A A L T A

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Cuadro de simbología y calculo de carga eléctrica

S I M B O L O G I A				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
○	LUM. DE EMPOTRAR C/CRISTAL DIFUSOR	PL 13 W	10	130
◦	LUM. DE EMPOTRAR C/ARILLO NEGRO	MR16 20 W	9	180
⊙	LUM. REFLECTOR P/BAJO VOLTAJE	MR16 20 W	10	200
⏏	LUM. DE SOBREPONER COMPACTO-FL.	PL 13 W	9	180
⎓	TUBO FLUORESCENTE C/EQUIPO 2x20W	2FL 20 W	2	80
○	LUM. DE SOBREPONER COMPACTO-FL.	2PL 13 W	3	39
∨	LUM. DE SOBREPONER DECORATIVO	PL 13 W	6	78
⊙	LUM. REFLECTOR P/BAJO VOLTAJE	MR16 50W	2	100
S U M A			51	987

OBSERVACIÓN

CONSIDERANDO LA CARGA TOTAL, TENEMOS UN CONSUMO PROMEDIO POR LUMINARIO DE 19.15 W.

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Se esta optimizando la aplicación de la energía eléctrica al considerar la utilización de lámparas ahorradoras de energía a voltaje estándar y lámparas dicroicas de bajo voltaje, asimismo, se utilizan para estas lámparas balastras de alto rendimiento y transformadores electrónicos respectivamente.

Si en todos los casos se utilizara lámparas convencionales por lo menos de 75w c/una tendríamos una carga de 3825w que representaría un 380% mas de consumo lo que repercutiría en un porcentaje igual en el pago mensual de la compañía de luz.

4.2 Iluminación interior

Con los conocimientos adquiridos en los capítulos anteriores, estamos capacitados para resolver los problemas de iluminación interior que se nos presenten.

4.2.1 Sala

Presento a continuación una descripción de como se resuelve la iluminación de la sala, considerando la ubicación de muebles, tipos de luminarias y tipos de lámparas.

Las técnicas aplicadas en esta área son las siguientes:

1. - Iluminación general ambiental

Este tipo de iluminación se logra utilizando un cajillo luminoso al centro de la sala para que halla una distribución uniforme en todo el local.

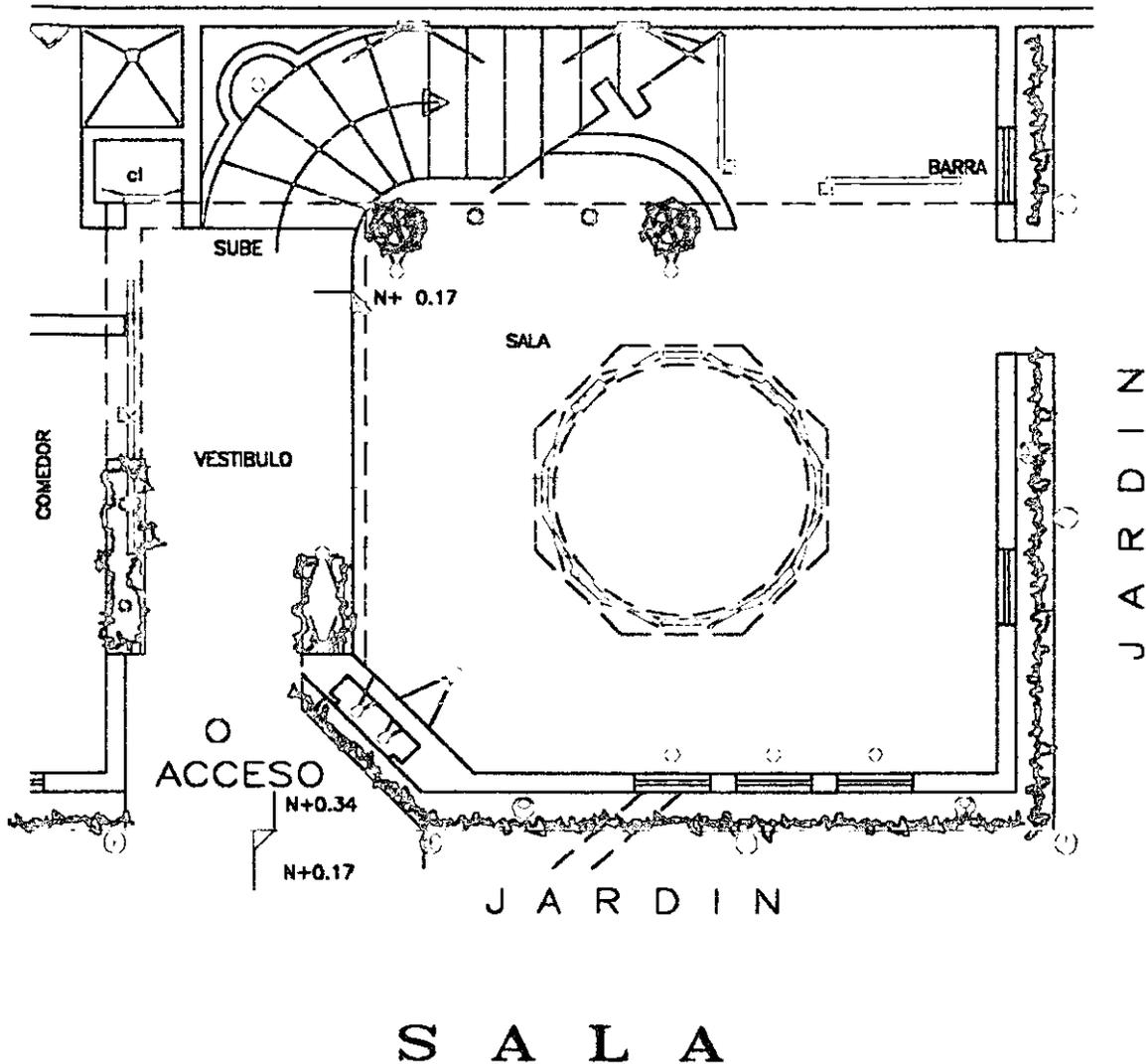
2. - Iluminación localizada en librero

Una alternativa para que se vea rápidamente el libro que deseamos consultar, es la de colocar la fuente lumínica precisamente frente a los libros.

3.- Iluminación ambiental en ventanas

Es de muy buen gusto encontrar un lugar de descanso acogedor con una luz suave que ambiente el espacio arquitectónico, esto se logra ubicando la fuente de luz junto a las cortinas de las ventanas y enmarcando con luz mas fuerte los cuadros decorativos. Estos conceptos se aplican en el siguiente croquis que forma parte de nuestro proyecto en estudio.

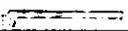
Planta arquitectónica de la sala
con distribución de mobiliario e iluminación



(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

En este local se considera un centro de control electrónico que nos permite variar la intensidad de luz según las necesidades del propietario además de programar que en determinado momento se activen las luces de uno a otro lugar. Dando como resultado una escena lumínica.

Cuadro de simbología y calculo de carga eléctrica en la sala

S I M B O L O G I A				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
	LUM. DE EMPOTRAR C/CRISTAL DIFUSOR	PL 13 W	3	39
	LUM. DE EMPOTRAR C/ARILLO NEGRO	MR16 20 W	6	120
	LUM. REFLECTOR P/BAJO VOLTAJE	MR16 20 W	5	100
	LUM. DE SOBREPONER COMPACTO-FL.	PL 13 W	10	130
	TUBO FLUORESCENTE C/EQUIPO 2x20W	2FL 20 W	1	40
	CENTRO DE CONTROL ELCTRONICO		1	
	LUM. REFLECTOR P/EXTERIOR P/BAJO V.	MR16 20W	2	40
S U M A			28	469

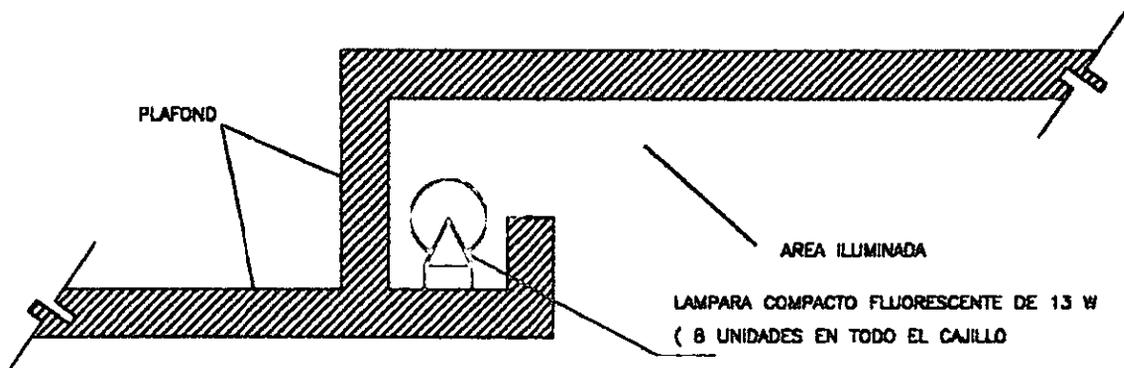
OBSERVACIÓN

CONSIDERANDO LA CARGA TOTAL, TENEMOS UN CONSUMO PROMEDIO POR LUMINARIO DE 16.75

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Detalle en corte del cajillo luminoso en forma octagonal localizado en el centro de la sala.

Para dar el efecto que se muestra en la fotografía de la siguiente página se utiliza un circuito continuo con lámparas compacto-fluorescente de 13w, colocadas a una distancia adecuada para dar continuidad al haz lumínico hacia el centro del cajillo.



DETALLE DE FALSO PLAFON EN LA SALA

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Fotografías del interior de la sala

Es importante mencionar que en estas aplicaciones se diseñó la iluminación considerando un control electrónico (cerebro) que permite que automáticamente varíen las intensidades lumínicas y puedan apagarse algunas luces a determinadas horas de la noche, según las necesidades del propietario. Estas condiciones pueden programarse con horas de anticipación en el control electrónico remoto de una forma inteligente.

Se obtiene una iluminación general ubicando un cajillo luminoso al centro de la sala, como se muestra en la fotografía de la derecha.

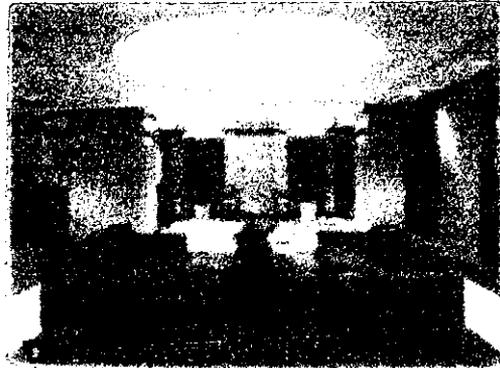
Esta aplicación nos proporciona un confort visual con un nivel lumínico adecuado para ver televisión ó conversar.

El cajillo está hecho con el falso plafón, de listerrea o metal desplegada, con una sección de 10 x 10 cm.

Las lámparas que pueden utilizarse para este fin pueden ser fluorescentes, compactas ahorradoras de energía de 13 w ó tubos fluorescentes con longitud máxima de 60 cm y de 20 w.

El librero localizado también en la sala, y mostrado en la fotografía de la derecha, se resuelve con iluminación localizada de tal forma que se ilumina perfectamente los libros, para su rápida localización.

En este caso se utiliza un elemento lumínico en tira flexible de una pulgada de ancho con electrodos a cada 5 o 10 cm, para soportar lámparas automáticas de 3 o 5 w, dando un excelente nivel lumínico con un bajo consumo de energía eléctrica.



Fuente: 13 Light Strips

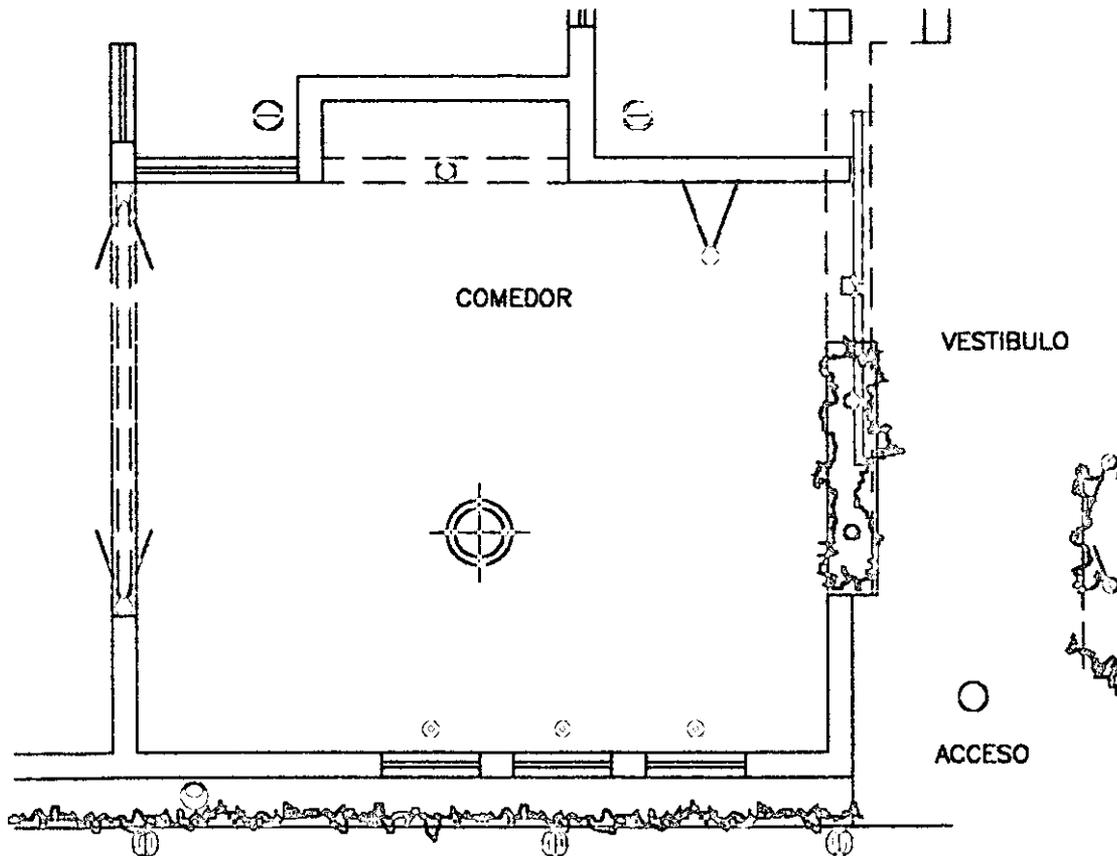


Fuente: 13 Light Strips

4.2.2 COMEDOR

Planta arquitectónica de la sala con distribución de mobiliario e iluminación

En el área del comedor se coloca un candil suspendido al centro de la mesa, con lámparas incandescentes que nos proporciona una iluminación general, la cual se gradúa con un dimmer a la necesidad de confort visual que se requiera. A esta iluminación general la apoyamos con una iluminación ambiental utilizando luminarias con lámparas de bajo voltaje y 20 w, enfocando cuadros y cortinas de ventanas. Esto se muestra en las siguientes ilustraciones.



COMEDOR

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Cuadro de simbología de y calculo de carga eléctrica del comedor

S I M B O L O G I A				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
○	LUM. DE EMPOTRAR C/CRISTAL DIFUSOR	PL 13 W	1	13
◦	LUM. DE EMPOTRAR C/ARILLO NEGRO	MR16 20 W	3	60
	LUM. REFLECTOR P/BAJO VOLTAJE	MR16 20 W	3	60
	LUM. DE SOBREPONER DECORATIVO	JMR16 50 W	1	150
S U M A			8	283

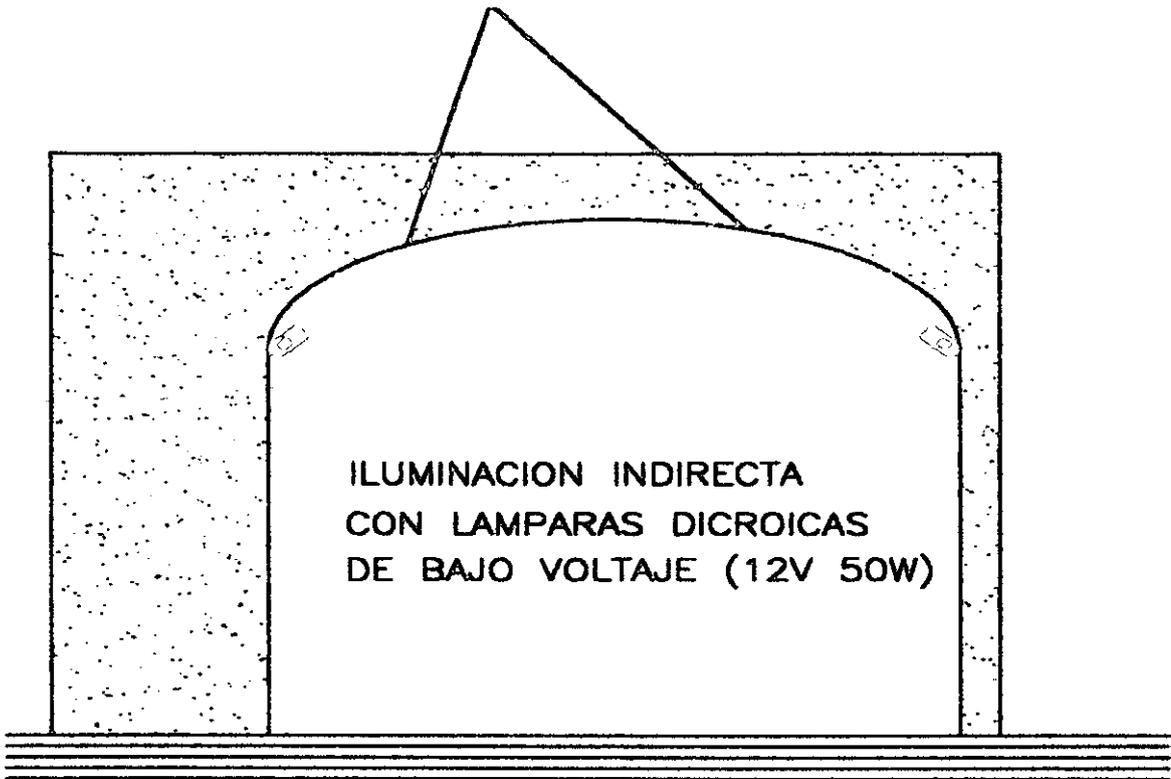
OBSERVACIÓN

CONSIDERANDO LA CARGA TOTAL, TENEMOS UN CONSUMO PROMEDIO POR LUMINARIO DE 35.37

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Iluminación indirecta bañado de luz la parte inferior del arco, con dos reflectores que utilizan lámparas dicróicas MR6 de 12V y 50W con haz lumínico de 12 de abertura.

Área iluminada



ARCO EN SALA-COMEDOR

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

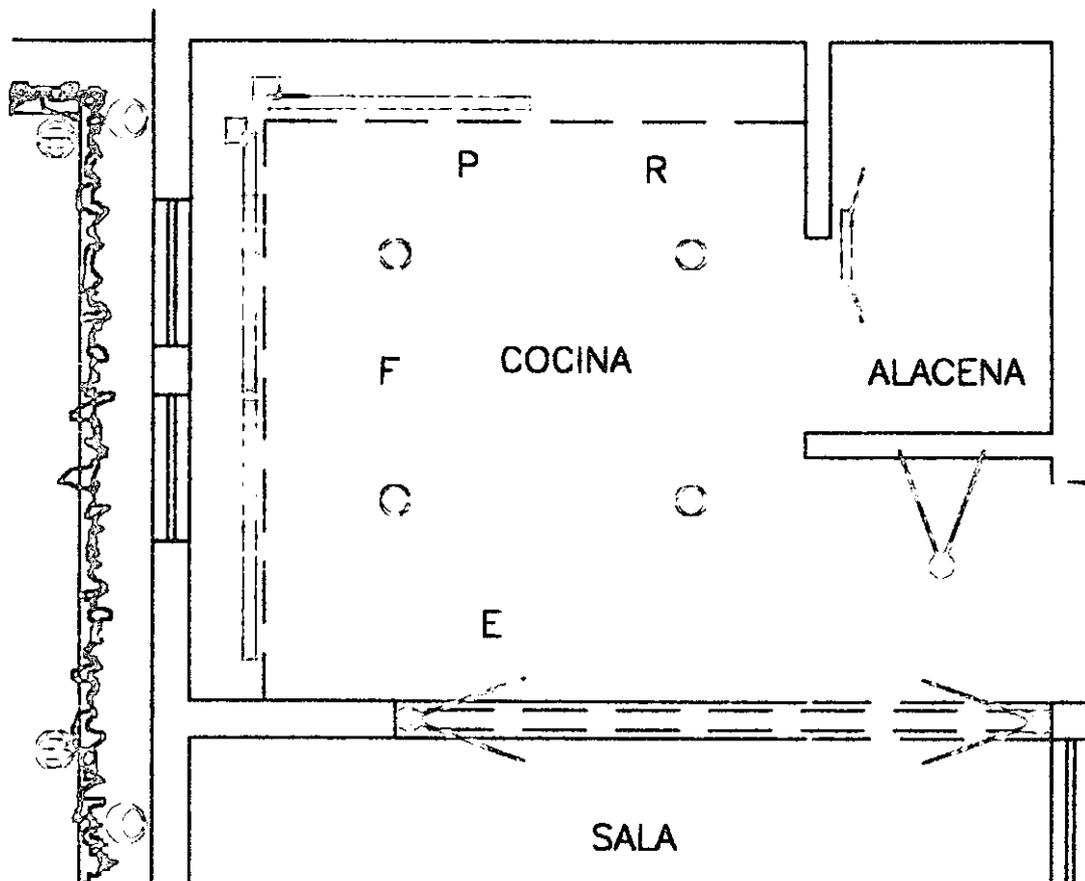
Planta arquitectónica de la cocina

con distribución de mobiliario y diseño de la iluminación.

En el área de la cocina tendremos 2 tipos de iluminación:

Una iluminación general que nos proporciona una distribución uniforme y con buen nivel lumínico, utilizando luminarias empotradas con lámparas incandescentes de 75 w.

Otra iluminación de trabajo localizada precisamente sobre el área donde se realiza propiamente el trabajo de cocina, en este caso utilizamos tubos fluorescentes de 20 w con alto rendimiento lumínico que nos suministran los 300 luxes requeridos para este trabajo.



COCINA

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Cuadro de simbología y calculo de carga eléctrica de la cocina.

S I M B O L O G I A				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
○	LUM. DE EMPOTRAR C/CRISTAL DIFUSOR	PL 13 W	4	52
◁	LUM. REFLECTOR P/BAJO VOLTAJE	MR16 20 W	1	20
▷	LUM. DE SOBREPONER COMPACTO-FL.	PL 13 W	1	13
▬	TUBO FLUORESCENTE C/EQUIPO 2x20W	2FL 20 W	2	80
S U M A			8	165

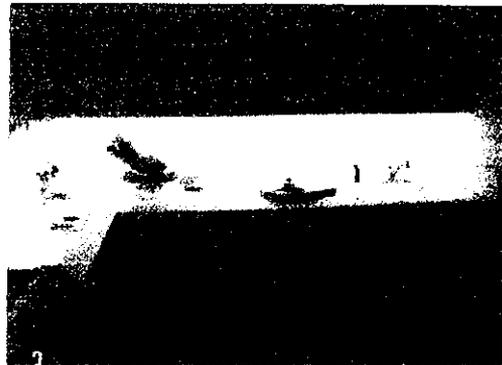
OBSERVACIÓN

CONSIDERANDO LA CARGA TOTAL, TENEMOS UN CONSUMO PROMEDIO POR LUMINARIO DE 20.62

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Fotografías del interior de la cocina

Para el área de trabajo en la cocina se debe solucionar con iluminación general de trabajo localizada sobre las barras y una iluminación general, mas suave, en todo el local.



(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

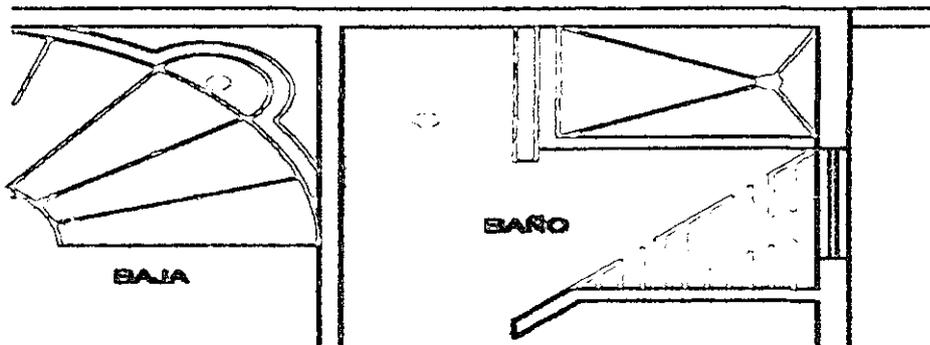
Planta arquitectónica del baño

con distribución de mobiliario y diseño de la iluminación.

En el área del baño tenemos 2 tipos de iluminación:

Una iluminación general localizada sobre el lavabo que nos proporciona una distribución uniforme y con buen nivel lumínico, utilizando un equipo lumínico con 2 lámparas fluorescentes de 20 w cada una.

Y Otra iluminación de acento localizada precisamente sobre el wc que nos da una luz de confort y al mismo tiempo de lectura.



BAÑO

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Cuadro de simbología y calculo de carga eléctrica del baño.

S I M B O L O G I A				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
○	LUM. DE EMPOTRAR C/ARILLO NEGRO	MR16 50 W	1	50
	GABINETE C/EQUIPO FLUORESCENTE DE 2x20W	2FL 20 W	1	40
S U M A			2	90

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

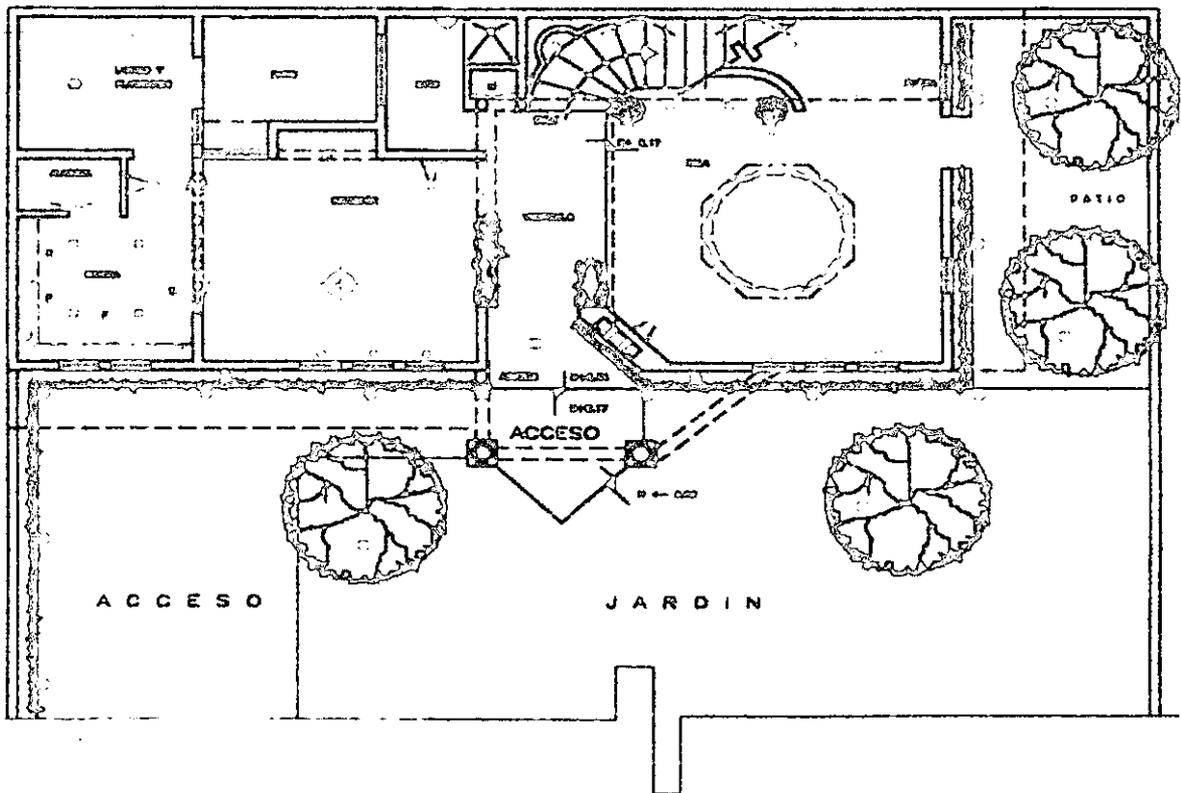
4.3 Iluminación exterior

La iluminación exterior es también muy importante en nuestros proyectos arquitectónicos pues con las técnicas que presentaremos a continuación, podemos crear diferentes efectos en las fachadas, jardines, esculturas y fuentes.

Tales efectos pueden ser, por ejemplo, penumbras; siluetas; efectos dramáticos; simular noches de luna y equipar las áreas exteriores con luz de seguridad.

Para resolver problemas de iluminación exterior es necesario, también, contar con los conocimientos adquiridos en los capítulos previos.

En esta sección, también se hará referencia, al proyecto habitacional en estudio y se presentaran a continuación algunas aplicaciones que sirvan de ejemplos de las múltiples alternativas que se pueden lograr.



PLANTA BAJA

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

4.3 Iluminación exterior

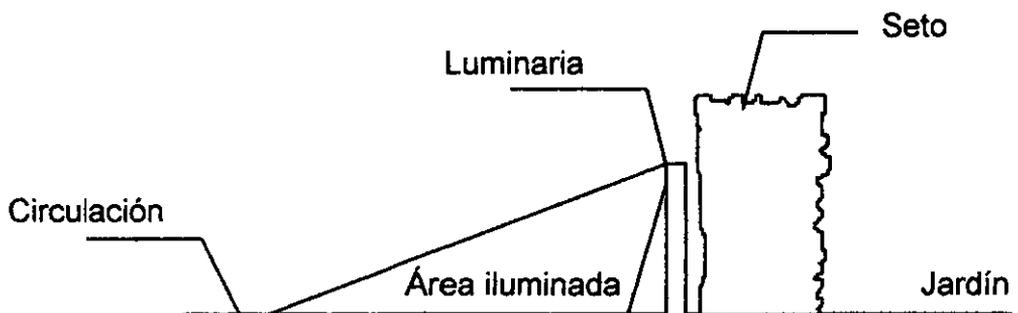
Efectos lumínicos en el pasillo de acceso

Luz de seguridad

En los jardines es de mucha importancia contar con una luz en los andadores que aparte de darnos seguridad para circular, ambiente nuestro jardín. Esto lo resolvemos utilizando luminarias para exterior con lámparas de 13 w, ahorradoras de energía, para cuidar el gasto excesivo de consumo eléctrico. En este proyecto se utiliza el modelo SBLI-A



Fuente: 12 Night Life



En este corte esquemático se muestra la ubicación de la luminaria con respecto a la zona del andador y el arbusto. La luminaria esta compuesta por un poste metálico tratado con pintura para exterior, y una lámpara compacto-fluorescente ahorradora de energía con capacidad de 13 watts, controlada con una fotocelda para que encienda automáticamente con el cambio del día y la noche. Esta luminaria la ubicamos de tal forma que su luz sea dirigida hacia abajo y hacia el área de circulación, que es donde se requiere esta iluminación.

4.3 Iluminación exterior

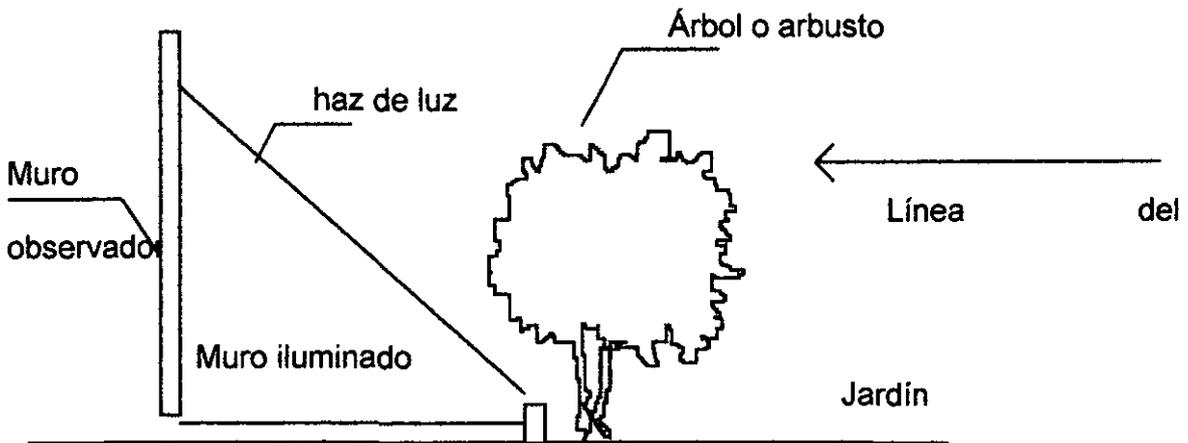
Efectos lumínicos en el muro de fachada

SILUETA

En la iluminación de los jardines se puede obtener diferentes efectos, tales como una silueta para dar un ambiente a nuestro jardín. Esto lo resolvemos utilizando luminarias para exterior con lámparas dicróicas de 50 watts a bajo voltaje, en este proyecto se utiliza el modelo BL616-G.



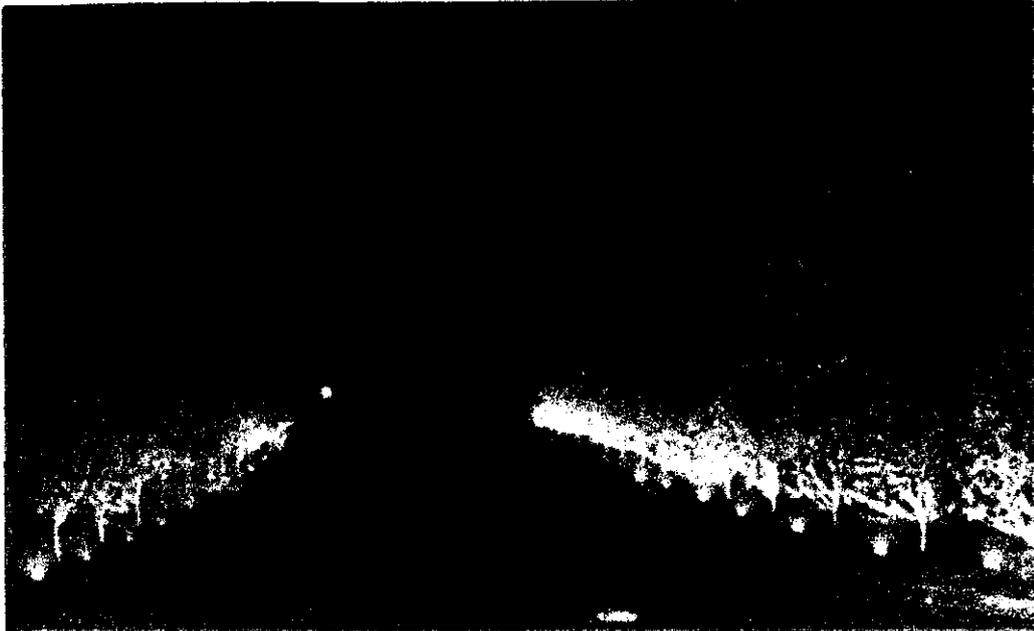
Fuente: 12 Night Life



En este corte esquemático se muestra la ubicación de la luminaria con respecto al árbol. La luminaria debe colocarse atrás del árbol y proyectar la luz hacia un muro que sirva como pantalla, esta luz debe ser bastante fuerte y concentrada para que el arbusto se vea con el efecto de silueta. La luminaria debe ser para exterior y una contar con una lámpara dicróica de 50 watts, con haz luminoso de 30 grados de apertura y 12 volts. controlada con una fotocelda para que encienda automáticamente con el cambio del día y la noche.

4.3 Iluminación exterior

Efectos lumínicos en los jardines



Usando filtros de color en el difusor de la luminaria se pueden variar las tonalidades de colores de los árboles y arbustos.

En esta aplicación se observa una uniformidad lumínica, esto se logra con la correcta ubicación de las luminarias

(Fuente: 12 Night Life)

4.3 Iluminación exterior

Efectos lumínicos en los jardines



En esta aplicación se muestra como resaltar elementos arquitectónicos de fachadas, árboles y arbustos. Dependiendo de la luminaria y la lámpara que se utilice, pueden variar los tonos y la intensidad lumínica.

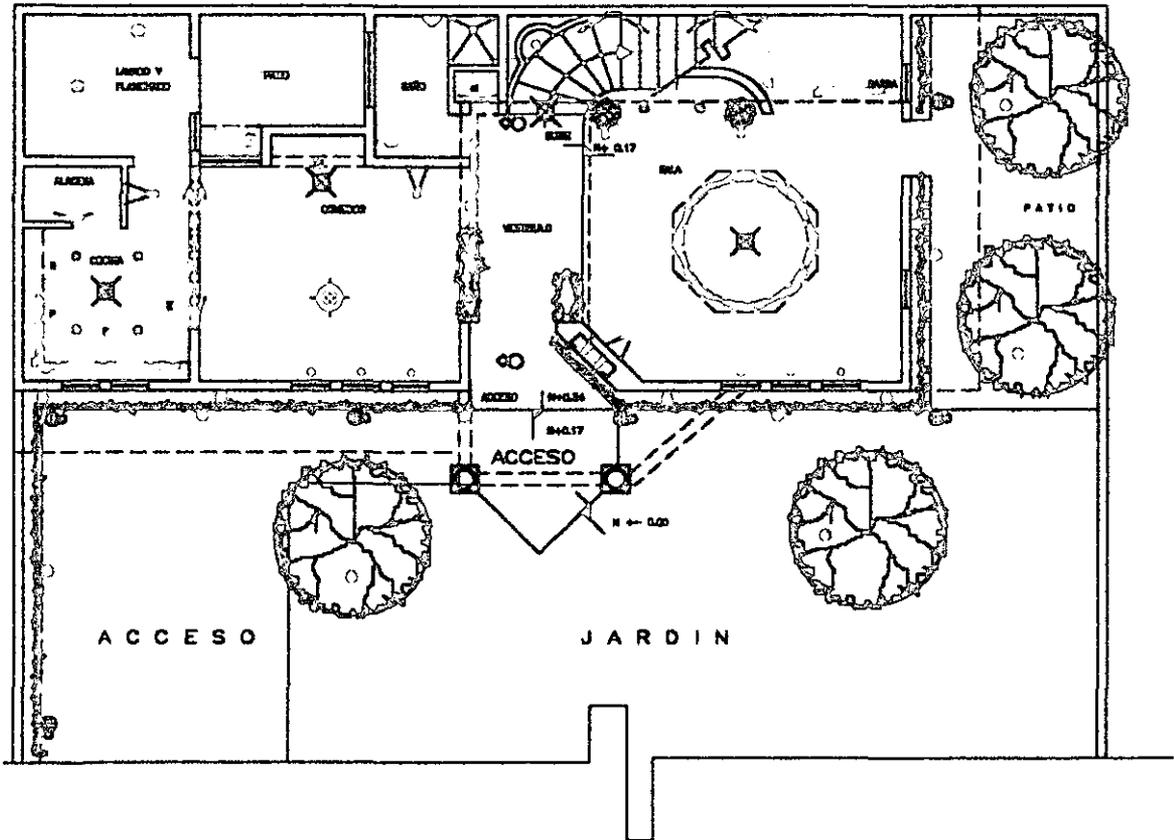
(Fuente: 12 Night Life)

4.4 Iluminación especial para el interior y exterior

De emergencia y controlada por fotoceldas y rayos infrarrojos

Es de suma importancia considerar en nuestros proyectos la seguridad visual interior cuando por las noches se interrumpe la energía eléctrica, es necesario contar con un diseño lumínico que prevea esta situación. En nuestro diseño en cuestión prevemos 3 aspectos principales y que son los siguientes:

1.- En el caso que se interrumpa la energía eléctrica contamos con un sistema lumínico aplicado en las áreas mas significativas, como son la cocina, el comedor, la sala, el cubo de escaleras, el hall y las recamaras, como se muestra en los planos de planta baja y planta alta.

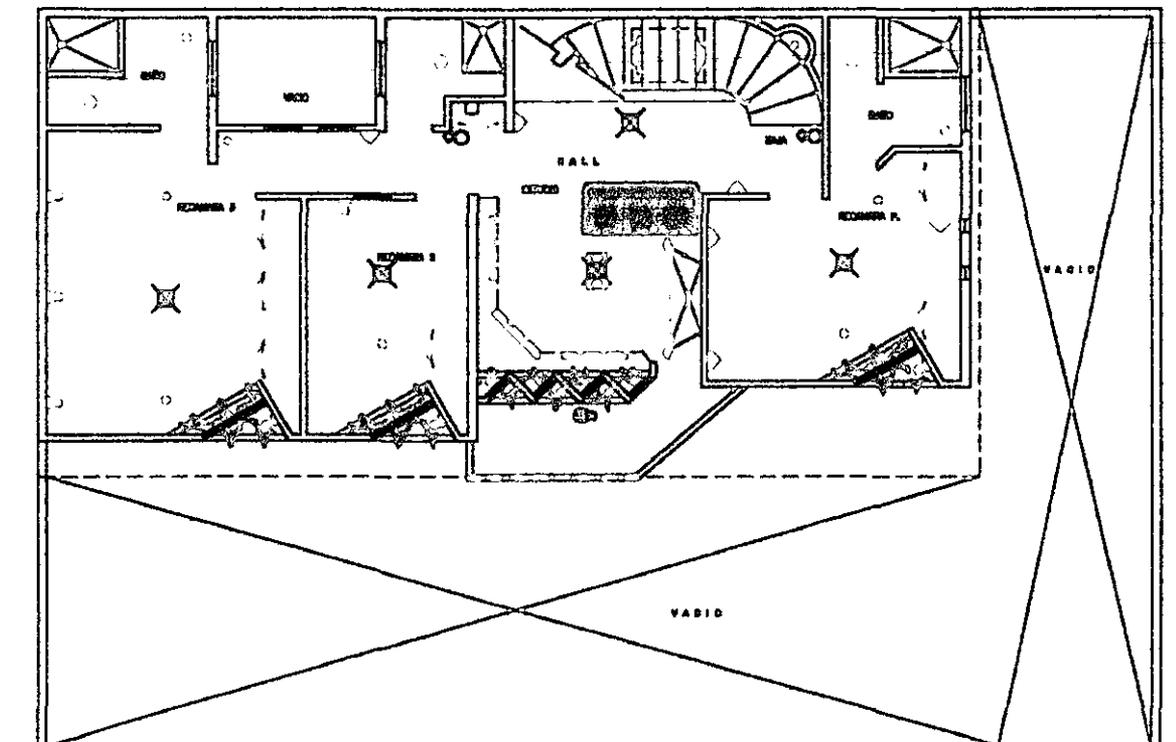


PLANTA BAJA

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

2.- Se considera un sistema en los accesos horizontales y verticales que permite que cuando haya movimiento se accionen algunas lámparas automáticamente por medio de una pequeña cámara de rayos infrarrojos ubicada precisamente junto (o integrada) al equipo lumínico. Esto se considera como una luz que puede prevenir en algunos casos al saqueo de las casas o simplemente a la facilidad de acción lumínica al paso de las mismas personas que habitan los espacios arquitectónicos.

3.- Por último se considera un sistema lumínico exterior en los jardines que se acciona por medio de unas fotoceldas ubicadas junto a las luminarias o en forma remota, estas fotoceldas se accionan automáticamente cuando se oscurece y se considera como luz de seguridad ya que prevé posibles olvidos del encendido o apagado de estas luminarias.



P L A N T A A L T A

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

Cuadro de simbología y calculo de carga eléctrica.

S I M B O L O G I A				
SIMBOLO	DESCRIPCION	LAMPARA	CANT. LAMP.	TOTAL WATTS
	LUM. DE EMPOTRAR C/INTERRUPTOR AUTOMATICO DE RAYOS INFRARROJOS	MR16 50W	4	200
	LUM. P/EXTERIOR C/FOTOCELDA SOLAR	PL 13W	7	91
	LUMINARIA PARA LUZ DE EMERGENCIA	PL 13 W	8	117
S U M A			20	408

OBSERVACIÓN

CONSIDERANDO LA CARGA TOTAL, TENEMOS UN CONSUMO PROMEDIO POR LUMINARIO DE 26 W

(Fuente: Proyecto realizado por el autor)

En estos sistemas también se esta optimizando la aplicación de la energía eléctrica al considerar la utilización de lámparas ahorradoras de energía a voltaje estándar y lámparas dicroicas de bajo voltaje, asimismo, se utilizan para estas lámparas balastros de alto rendimiento y transformadores electrónicos respectivamente.

C O N C L U C I O N

Conclusión

En la introducción de esta Tesis se habla de la vital importancia del ahorro de la energía eléctrica sin descuidar la calidad de la iluminación, pues bien en el desarrollo de los capítulos de esta Tesis nos damos cuenta claramente que no es tan fácil controlar el uso en grandes volúmenes de lámparas y luminarias, pues la metodología que aquí se ofrece hace un tanto indispensable la ubicación de luminarias por zonas en una misma área. de tal forma que al terminar nuestro diseño nos damos cuenta que resulta una gran cantidad de unidades lumínicas.

Esto no quiere decir que esta metodología sea incorrecta, sino al contrario, nos da la oportunidad de controlar perfectamente el uso de la luz. Pues al estar muy bien zonificada podemos encender y apagar la luz de acuerdo al área donde estemos trabajando.

Si tomamos en cuenta lo visto en el capítulo 2, en lo que se refiere especialmente a los temas de niveles lumínicos y tipos de lámparas nos daremos cuenta de lo siguiente:

Por un lado, si seleccionamos correctamente nuestro nivel lumínico necesario para desarrollar determinada tarea en determinada área, no estaremos desperdiciando energía eléctrica, sino al contrario estaremos ahorrándola.

Y por otro lado si seleccionamos correctamente el tipo de lámpara que nos dé una alta eficiencia lumínica, necesaria para satisfacer la necesidad de iluminación requerida en esa área, estaremos ahorrando también energía eléctrica.

Con las dos observaciones anteriores estamos cumpliendo en nuestra Tesis con la primera premisa propuesta para un diseño de iluminación eficiente que optimice al máximo la energía eléctrica.

Para cumplir con la segunda premisa considerada en la misma introducción, en la cual menciona que debemos hacer un diseño de iluminación considerando una buena calidad de la misma se hará la siguiente observación:

Conclusión

En el mismo capítulo 2, en el tema de tipos de luminarias, nos ofrece información suficiente para poder seleccionar una luminaria que nos proporcione una buena calidad de iluminación, esto es, poder seleccionar una luminaria que elimine al máximo el deslumbramiento que produce el flujo lumínico directo.

También es necesario tomar en cuenta las recomendaciones hechas en el capítulo 3, cálculo de la iluminación, en lo que se refiere al grado de contraste de brillo y a la estética, para lograr la buena calidad de la iluminación.

Como **conclusión**, se puede decir que el desarrollo de la presente tesis esta cumpliendo con los objetivos propuestos en la introducción, esto es: Que la metodología propuesta sirva para hacer un diseño de iluminación que ofrezca **calidad y eficiencia lumínica** que ayude al ahorro de energía, y de ésta manera **contribuir a la economía del país**.

Es muy importante mencionar que hay compañías dedicadas a la fabricación de lámparas y luminarias como son Osram de México, Lightolier USA-México, Holophane, etc.; que cuentan con un departamento de investigaciones lumínicas para el diseño de equipos de iluminación todavía más eficientes que los actuales y programas para cálculos por computadora. Estas tendencias nos proporcionaran en un futuro ahorros de energía más considerables que el actual.

Estas innovaciones constantes en la fabricación de estos equipos permitirán que los arquitectos y demás profesionales dedicados a la iluminación produzcan diseños lumínicos mucho más eficientes. Por lo tanto las tendencias en estos diseños estarán encaminadas a contribuir considerablemente a la economía del ser humano.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

- 01 Willard Alphin; *Fundamentos de lámparas e iluminación*; Sylvania Internacional; Caracas, Venezuela 1999.
- 02 Holophane; *Principios y niveles de iluminación en México*; Holophane s.a. de c.v.; México 1999.
- 03 Lledo iluminación,s.a.; *Todos los sistemas de iluminación*; Staff; España 1998.
- 04 Sylvania; *Large Lamp Catalogo*; Sylvania Lighting International; México 2000.
- 05 Osrram; *Catalogo de lámparas*; Osrram, s.a.; México 2000
- 06 Philips; *Catalogo de lámparas*; Philips, s.a.; México 2000
- 07 Lightolier México; *Estilos en iluminación*; Iluminación Técnica, s.a. de c.v.; México 1999
- 08 Lightolier, USA; *Night Magic*; Lightolier, USA; USA 1999
- 09 Luminek, s.a. de c.v.; *Catalogo de Luminarias*; Luminek, s.a. de c.v.; México 2000

Bibliografía

- 10 Prisma Iluminacione; *Catalogo de Luminarias*, Prisma Iluminacione; Italia 1999
- 11 Targetti (México) Iluminación; *Catalogo de Luminarias*, Targetti (México) Iluminación; Italia 1999
- 12 Hadco; *NightLife Landscape Lighting*, Hadco; USA 1998
- 13 Lucifer Lighting Company; *Light Strips*, Lucifer Lighting Company; USA 1998
- 14 Hitachi; *Focos y lámparas Hitachi*; Hitachi; Tokio, Japón 1999
- 15 Osrram, s.a. de c.v.; *Principios y cálculos de iluminación*, Osrram, s.a. de c.v.; México 1998
- 16 Gary R. Steffy; *Architectural Lighting Design*, Van Nostrand Reinhold; USA, New York 1990
- 17 Millet Marietta's; *Light Revealing Architecture*, USA, New York-México 1996
- 18 Guillaume Janneau; *Le Luminaire de Lantique Au Xixe Siecle*, Paris 1994

ANEXOS

Tabla de niveles lumínicos para interiores de edificios públicos, comerciales y habitacionales.

Área ó Local	Nivel Mínimo en Luxes	Área ó Local	Nivel Mínimo en Luxes
AUDITORIOS		OFICINAS	
Para exhibidores	200	Proyectos y diseño	1100
Para asambleas	100	Contabilidad	900
Para actividades sociales	50	Auditoria	600
BANCOS		ESCUELAS	
Vestíbulos (iluminación gral.), Pagadores, contadores y recibidores Gerencia y correspondencia	900	Salones de clases	400
	900	Salones de dibujo (sobre restiradores)	600
BIBLIOTECAS		TERMINALES Y ESTACIONES	
Sala de lecturas	400	Salas de espera	200
Anaqueles	200	Oficinas de boletos	600
Reparación de libros	300	Ofic. para checar equipaje	300
Archiveros	400	Andenes y plataformas	100
Mesa checadora	400	Vestíbulo	60
TEATROS Y CINES		CORREOS	
Sala de espectáculos	50	Vestíbulos (sobre mesas)	200
Durante intermedios	50	Correspondencia y selección	600
Durante exhibición	1		
Vestíbulo	100	CLUBES	
Sala de descanso (foyer)	30	Salas de descanso y lectura	200

(Recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C.)
(Fuente: ² Principios y niveles de iluminación en México.)

Tabla de niveles lumínicos para interiores de edificios públicos, comerciales y habitacionales.

Área ó Local	Nivel Mínimo en Luxes	Área ó Local	Nivel Mínimo en Luxes
GALERÍAS DE ARTE		IGLESIAS	
Iluminación general	200	Altar, retablos, coro y presbiterio	600
Sobre estatuas	600	Púlpito	200
Sobre exhibiciones	600	Nave principal	100
HOTELES		RESIDENCIAS	
VESTÍBULO:		TAREAS ESPECIFICAS:	
Iluminación general	200	Juegos de mesa	200
Áreas de trabajo y lectura	200	Cocina (sobre fregadero y superficies de trabajo)	300
Marquesinas	300	Lavadero y mesa de planchado	300
RECAMARAS:		Cuarto de estudio (escritorio)	400
Iluminación general	60	Costura	600
Lectura y escritura	200	ILUMINACION GENERAL EN:	
Administración	300	Entradas, halls, escaleras	60
HOTELES, TIENDAS Y RESTAURANTES		Sala, comedor, recamaras, cuarto de estudio, biblioteca, y cuarto de recreo o juego	60
Escaparates en general	600	Cocina, lavandería y baños	200
Atracciones principales	3000	PELUQUERÍAS Y SALONES DE BELLEZA	
			600

(Recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C.)
(Fuente: 2 Principios y niveles de iluminación en México.)

