

V. ALUMBRADO

V.1. Generalidades

El alumbrado se considera parte integral del proyecto arquitectónico, un elemento del confort interior y exterior. El carácter y el destino de éstos crean la necesidad y la importancia decorativa de las lámparas. La solución en lo que se refiere a brillo, intensidad, uniformidad, ambientación y color, se encuentra utilizando la reflexión, la refracción, la difusión y la dirección de la luz.

El verdadero significado del alumbrado moderno consiste en aprovechar las cualidades inherentes a las lámparas eléctricas, incandescentes y fluorescentes, al máximo.

Los métodos modernos de iluminación son muy aconsejables y debe tratarse siempre de armonizar la iluminación con la lógica y el confort visual.

En consecuencia, la iluminación en salas o áreas donde se realizan tareas visuales, los denominados “interiores de trabajo”, tiene como función principal facilitar las tareas visuales allí realizadas.

Sin embargo, en áreas de circulación o salas de espera y lugares de descanso, el criterio de capacidad visual no es tan importante, lo importante es el criterio de agrado y confort visual.

Por último, ya sea que se considere que la iluminación debe promover la capacidad visual, el confort visual, el agrado visual o, la combinación de ellos, también se debe tener en cuenta la eficiencia del uso de la energía y el costo de la misma.

Los tableros, interruptores, conexiones, canalizaciones, lámparas y luminarias, así como los accesorios que forman el proyecto de alumbrado, deben quedar perfectamente definidos para lograr el objetivo de confort.

V.2 Fundamentos de una instalación de alumbrado

V.2.1. El color

La apariencia en color de las lámparas viene determinada por su temperatura de color correlacionada. Se definen tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría para las que tienen un tono blanco azulado, luz neutra para las que dan luz blanca y luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo. En la **Tabla 21** se relaciona la temperatura de color con la apariencia.

Tabla 21. Apariencia del color por la temperatura.

Temperatura de color correlacionada	Apariencia de color
$T_c > 5.000 \text{ K}$	Fría
$3.300 \text{ K} \leq T_c \leq 5.000 \text{ K}$	Intermedia
$T_c < 3.300 \text{ K}$	Cálida

A pesar de esto, la apariencia en color no basta para determinar qué sensaciones producirá la iluminación a los usuarios. El valor de la iluminancia determinará, conjuntamente con la apariencia en color de las lámparas, el aspecto final. En la **Tabla 22** se relaciona la iluminancia con la apariencia del color de luz.

Tabla 22. Apariencia del color de acuerdo con la Iluminancia.

Iluminancia (lux)	Apariencia del color de la luz		
	Cálida	Intermedia	Fría
$E \leq 500$	Agradable	Neutra	Fría
$1.000 < E < 2.000$	Estimulante	Agradable	Neutra
$E \geq 3.000$	No natural	Estimulante	Agradable

El rendimiento en color de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el Índice de Rendimiento del Color (IRC o Ra) que compara la reproducción de una muestra normalizada de colores iluminada, con una lámpara con la misma muestra iluminada con una fuente de luz de referencia. La **Tabla 23** muestra los cuatro grupos, según el valor del IRC.

La elección del color de suelos, paredes, techos y muebles, viene condicionada por aspectos estéticos y culturales. Por tanto, hay que tener en cuenta la repercusión que tiene el resultado final en el estado anímico de las personas.

Tabla 23. Clasificación del rendimiento de color.

Grupo de rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC 85	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 IRC < 85	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con IRC <70 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

Los tonos fríos producen una sensación de tristeza y reducción del espacio, aunque pueden causar una impresión de frescor que los hace muy adecuados para la decoración en climas cálidos. Los tonos cálidos son todo lo contrario, se asocian a sensaciones de exaltación, alegría y amplitud del espacio y le dan un aspecto tan acogedor al ambiente que los convierte en los preferidos en climas cálidos.

V.2.2. Sistemas de alumbrado

La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes. En la **Figura 54** se presentan los tipos de luz.

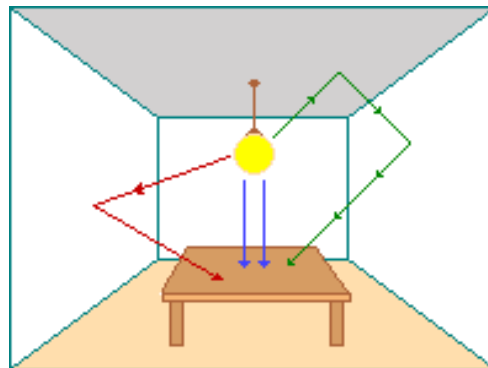


Figura 54. Formas de iluminación.

- Iluminación directa: se produce cuando todo el flujo luminoso de las lámparas está dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y ofrece mayor rendimiento luminoso. Sin embargo, el riesgo del deslumbramiento directo es muy alto, porque produce sombras duras poco agradables para la vista.
- Iluminación semi-directa. se produce cuando la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejado en paredes y techo. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento es menor; es recomendable para techos que no sean muy altos.
- Iluminación difusa: este tipo de iluminación se produce cuando el flujo luminoso se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras. Es recomendable pintar los techos y paredes de colores claros o blancos para evitar pérdidas de luz.
- Iluminación semindirecta: se produce este tipo de iluminación cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y las paredes. La luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos, pero las pérdidas de flujo son altas y los consumos de energía eléctrica, también.
- Iluminación indirecta: este tipo de iluminación se produce cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural, pero es una solución muy cara, puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas.

V.2.3. Métodos de alumbrado

Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

- Alumbrado general: proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área a iluminar. Se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, entre otros. Este se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local. Ver **Figura 55**.

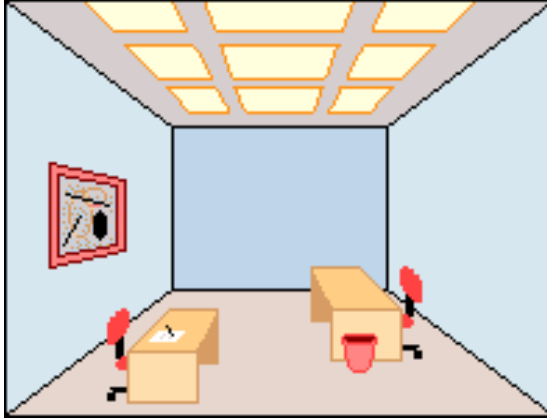


Figura 55. Alumbrado general.

- Alumbrado general localizado: proporciona una distribución no uniforme de la luz, de manera que ésta se concentra sobre las áreas de trabajo; en las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así, importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra donde hace falta. Desde luego que esto presenta algunos inconvenientes, uno de de ellos es: la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande y se puede producir deslumbramiento molesto. Este alumbrado se consigue concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. (Ver Figura 56).

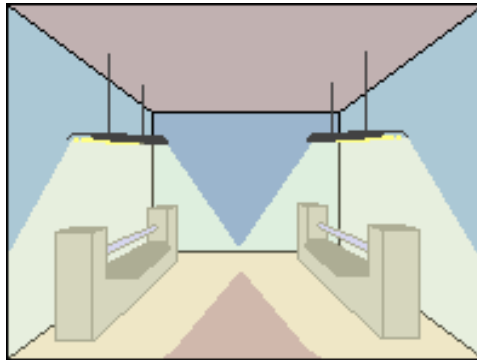


Figura 56. Alumbrado general localizado.

- Alumbrado localizado: éste es aplicable cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriríamos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux y haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general. Un aspecto a cuidar cuando se emplea este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no debe ser muy elevada, pues en caso contrario se podría producir un deslumbramiento molesto. (Ver Figura 57).



Figura 58. Alumbrado localizado.

V.3. Principales elementos de un sistema de alumbrado

Los principales elementos de un sistema de alumbrado son: tablero de alumbrado, interruptores de protección, circuito de alumbrado, canalización, lámparas y luminarias. Siendo éstas últimas las que se describirán, debido a que el tablero, el circuito y las canalizaciones se describieron en Instalación Eléctrica.

a) Lámparas y luminarias

Las características de las lámparas es una elección que le corresponde al Ingeniero Proyectista. Estas comparaciones darán unos resultados, pero el lector no debería sacar de ello conclusiones sobre el tipo de lámpara más deseable para una aplicación dada. Los diversos datos sobre el costo y las características del funcionamiento deben ser obtenidos más exactamente de los fabricantes, vendedores e instaladores y luego, ser analizados detalladamente.

Las lámparas empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado: incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc. Las lámparas adecuadas serán aquellas cuyas características fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc., se adapten a las necesidades del proyecto de alumbrado, nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación y costos.

- Lámparas fluorescentes: son lámparas formadas de vapor de mercurio, cuya característica principal es que tienen un tubo de vidrio revestido con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir la radiación ultravioleta de onda corta, también contienen una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte (como el argón o neón), sometidos a una presión menor a la atmosférica. En la **Figura 59** se muestra la instalación de este tipo de lámparas.

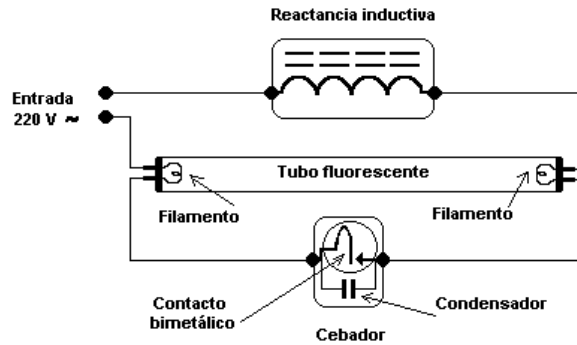


Figura 59. Elementos para la instalación de un tubo fluorescente.

- Lámparas incandescentes: son lámparas que cuentan con un filamento de wolframio muy fino, encerrado en una ampolla de vidrio que se ha rellenado con un gas inerte, se completa con un casquillo metálico en el que se disponen las conexiones eléctricas. En la **Figura 60** se muestran los elementos principales de una lámpara incandescente, como son: 1. Envoltura - ampolla de vidrio – bulbo. 2. Gas inerte. 3. Filamento de wolframio. 4. Alambre de contacto (va al pie). 5. Alambre de contacto (va a la base). 6. Alambre(s) de sujeción y disipación de calor del filamento. 7. Conducto de Refrigeración y soporte interno del filamento. 8. Base de contacto 9. Casquillo metálico (culote). 10. Aislamiento y 11. Pie de contacto eléctrico.

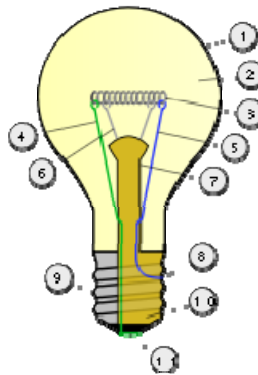


Figura 60. Componentes principales de las lámparas incandescentes.

- Lámparas halógenas: ésta es una variante de la lámpara incandescente, en la que el vidrio se sustituye por un compuesto de cuarzo, que soporta mejor el calor, y el filamento, y los gases se encuentran en equilibrio químico, mejorando el rendimiento del filamento y aumentando su vida útil. (Ver **Figura 61**). Algunas de estas lámparas funcionan a baja tensión, por lo que requieren un transformador.

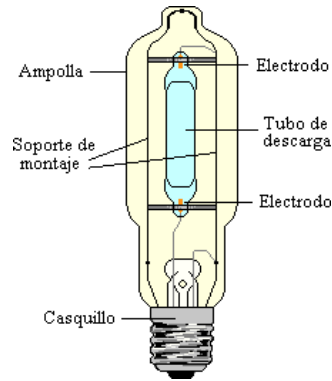


Figura 61. Componentes principales de una lámpara de halógeno.

- Lámparas de vapor de mercurio de alta presión: consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y un auxiliar para facilitar su arranque. (Ver Figura 62).

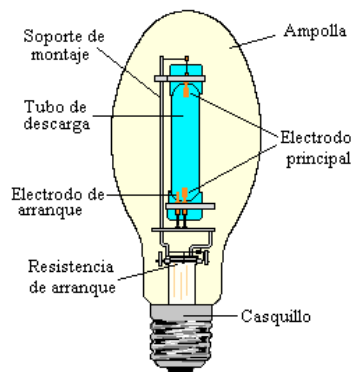


Figura 62. Componentes principales de una lámpara de vapor de sodio.

- Lámparas de haluro metálico: constan de una base metálica para las conexiones eléctricas y la lámpara está cubierta con un cristal protector llamado bulbo, protegiendo los componentes internos de la lámpara. Dentro de la cubierta de cristal se encuentran soportes y alambres de plomo que sostienen el tubo de cuarzo fundido y a su vez se encaja en los electrodos de tungsteno. Dentro del tubo de cuarzo fundido contiene mercurio, yoduros, bromuros de diferentes metales y un gas noble. La composición de los metales empleados define el color y la temperatura de la luz producida por la lámpara. Son lámparas de descarga de alta presión y potencia con una buena producción de colores, además de luz ultravioleta.
- Lámparas de vapor de sodio: el foco de vapor de sodio está compuesto por un tubo de descarga de cerámica traslúcida, esto es con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan; en los extremos tienen dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio encienda. En las Figuras 63 y 64 se presentan dos lámparas de este tipo.

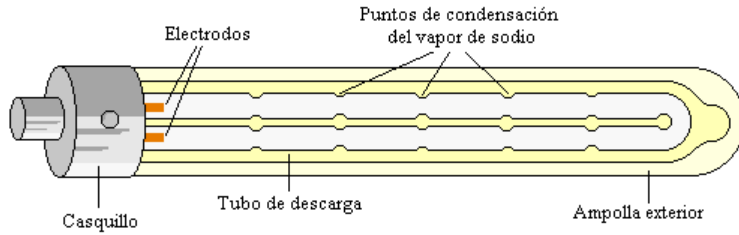


Figura 63. Lámpara de vapor de sodio baja.

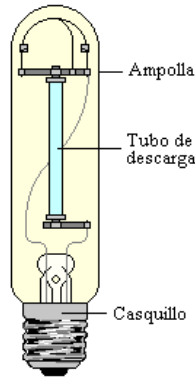


Figura 64. Lámpara de vapor de sodio alta.

- Lámparas de LED: un LED (Light Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz de espectro reducido cuando se polariza de forma directa del semiconductor del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Durante el proceso, se emite energía excedente en forma de luz. La longitud de onda y, por tanto el color, se puede ajustar usando diferentes materiales semiconductores y, además, la difusión de la longitud de onda de la luz es relativamente corta, por lo que los colores son más puros. La mayoría de los LEDs se fabrican con materiales semiconductores como el nitrito de galio y también se fabrican a base de polímeros. En la **Figura 65** se representa la conexión básica de un LED.

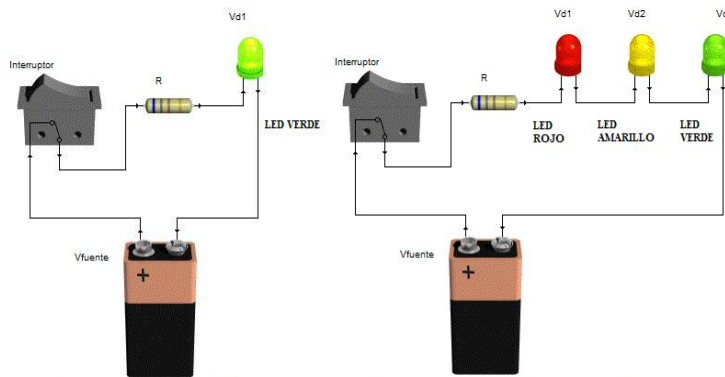


Figura 65. Conexión básica de LEDs.

En la **Tabla 24** se hacen unas recomendaciones del tipo de lámparas de acuerdo con el lugar de uso. Las formas, marcas y modelos de lámparas, la información técnica, especificaciones y características, se pueden obtener por medio del proveedor.

Tabla 24. Recomendaciones de uso de lámparas de acuerdo con el área a iluminar.

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	Incandescente Fluorescente Halógenas de baja potencia Fluorescentes compactas
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes, LED Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	Incandescentes Halógenas Fluorescentes Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos LED
Industrial	Luminarias situadas a baja altura (6 m): fluorescentes Luminarias situadas a gran altura (>6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión LED

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de ésta. Hay muchos tipos de luminarias, la forma y tipo de éstas será definida por el proyectista de acuerdo con el sitio a iluminar, cuidando el aspecto estético y funcional.

ANEXO

ANEXO 5

a) Conceptos básicos de alumbrado

- Flujo luminoso: es la cantidad de energía radiante luminosa emitida por una fuente de luz en la unidad de tiempo.
- Rendimiento luminoso: en la práctica se define el rendimiento luminoso como el cociente entre el flujo luminoso emitido por la fuente de luz y la potencia eléctrica de dicha fuente.
- Intensidad luminosa: es el flujo luminoso emitido en una dirección determinada, por unidad de ángulo sólido (estereorradián). La intensidad luminosa se obtiene de las curvas proporcionadas por los fabricantes y pueden corresponder a las lámparas y/o a las luminarias.
- Iluminancia: es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. El nivel de iluminación debe adecuarse a la actividad a desarrollar en los locales.
- Luminancia: es la intensidad luminosa por unidad de superficie aparente, de una fuente de luz primaria o secundaria. La luminancia es la que produce en el órgano visual la sensación de claridad que presentan los objetos observados. Esta medida debe tenerse en cuenta a la hora de proyectar un alumbrado, para instalaciones donde se requiera una iluminación de alta calidad.
- Luminiscencia: es la radiación luminosa emitida por los átomos cuando sus electrones pasan a un estado fundamental desde un estado excitado. Para conseguir la luminiscencia, previamente deben excitarse los electrones de los átomos, haciéndolos pasar de los estados fundamentales a los estados excitados (inestables). Dependiendo de cuál sea el agente excitador se tienen distintos tipos de luminiscencia. Los sistemas empleados en las lámparas son:
 - Electroluminiscencia: se produce por el paso de la descarga eléctrica a través de los gases luminiscentes.
 - Fotoluminiscencia: producida por la acción de otras radiaciones de distinta longitud de onda.
- Capacidad visual: término que se utiliza para describir la velocidad del funcionamiento del ojo y la exactitud con la que se lleva a cabo una tarea. La capacidad visual normal para la percepción de un objeto se incrementa con el aumento de la iluminancia o luminancia, hasta un cierto nivel.
- Lámparas: son convertidores de energía; aunque puedan realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible.

ANEXO 5

- Luminarias: son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para fijar y proteger las lámparas, así como conectarlas al circuito de alimentación.
- Nivel de Iluminación: es la cantidad de luz requerida para una situación determinada y se expresa en términos de iluminancia.
- Lámpara incandescente: emplea el principio de convertir la energía eléctrica en calor a cierta temperatura que produce que la luz sea de color rojizo.
- Lámparas fluorescentes: contienen vapor de mercurio y cuando se aplica el voltaje apropiado produce un arco eléctrico entre los electrodos o puertos, generando alguna radiación ultravioleta.