

LA ILUMINACION

Es un hecho incontrovertible la importancia creciente que tiene una adecuada visión dentro del mundo en su conjunto (laboral, de investigación, de descanso, de recuperación de la salud, etc.). Como justificación de este hecho puede darse, por una parte, el que la automatización industrial supone la sustitución de muchos esfuerzos musculares por trabajos especializados, en que la visual es fundamental. A esta razón hay que añadir el hecho de que los procesos a realizar (industriales, de investigación, de requerimientos de cirugía y otros) suponen tareas visuales cada vez más difíciles y exigentes. Desde los primeros años del siglo XX se han realizado estudios e investigaciones para conocer la iluminación que debe proporcionarse en cada caso para satisfacer las exigencias de la tarea visual que en ella se realiza.

CONCEPTOS BASICOS

a) Intensidad Luminosa : Un manantial de luz que irradia con determinada claridad , un flujo luminoso al incidir sobre una superficie produce en ésta una cierta iluminación, a la que se conoce como intensidad de iluminación, y se mide en **candela (cd)**

b) Flujo Luminoso: Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa. Su unidad es el **lumen (lm)**

c) La Iluminación o Luminancia (E): Es la medida de la cantidad de luz incidente en un área dada. Su unidad en el Sistema Internacional es el

Lumen/m² = Lux

En unidades americanas se tiene el **Lumen/pie²=pie bujía**

La equivalencia es : 1 pie bujía = 10.76 Lux

d) La Iluminancia (Brillantez Fotométrica): Es la intensidad luminosa de cualquier superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la superficie vista desde esa dirección. Su unidad en el Sistema SI es **cd/m²**

e)La Brillantez subjetiva : Es el atributo subjetivo de cualquier sensación luminosa que da lugar a la escala completa de cualidades de ser reluciente, iluminado, brillante, empañado u oscuro.

f) Absorción, reflexión y transmisión : Son los procesos generales por los cuales un flujo luminoso incidente interacciona con un medio. **La Absorción** es el proceso por medio del cual el flujo incidente se disipa. **La Reflexión** es proceso por el cual el flujo incidente deja una superficie o medio por el mismo lado de incidencia. La reflexión puede ocurrir como en un espejo (reflexión espectacular), reflejarse en ángulos distintos al del flujo incidente con el plano de incidencia (reflexión difusa), ó puede ser una combinación de los dos tipos de reflexión.

La Transmisión es el proceso por el cual el flujo incidente abandona una superficie o medio por un lado distinto al incidente. Si el rayo de luz se reduce solo en intensidad, la transmisión se llama regular.

Si el rayo emerge en todas direcciones, la transmisión se llama difusa. Ambos modos pueden existir combinados.

Flujo incidente = Flujo Absorbido + Flujo Reflejado + Flujo Transmitido

g) Medidores de Luz: Son instrumentos de medición que sirven para medir la luminancia en Luxes.

h) Fuentes Luminosas: La original y mayor fuente de luz es el Sol. En seguida está el fuego de velas, aceite y lámparas de gas. Con el descubrimiento de la electricidad vinieron los diferentes tipos de lámparas que existen hoy en el mercado, a estas le llamaremos en adelante fuentes de luz artificial.

LAS LAMPARAS

Las lámparas eléctricas son la fuente principal de luz artificial de uso común. Convierten la energía eléctrica en Luz o energía radiante. Los tipos de lámparas más usados para la iluminación son:

a) Lámparas incandescentes : Contiene un filamento que se calienta por el paso de la corriente eléctrica a través de él. El filamento está encerrado en un bulbo de vidrio que tiene una base adecuada para conectar la lámpara a un receptáculo eléctrico (socket). Los tamaños y formas de los bulbos se designan por un código literal seguido de uno numérico; la letra indica la forma, y el número, el diámetro del tubo.



b) Lámparas Fluorescentes : Consta de un tubo de vidrio con el interior cubierto con fósforo en polvo, que fluoresce cuando se excita con luz ultravioleta; los electrodos del filamento se montan en juntas de extremo conectadas a las clavijas de la base. El tubo se llena con un gas inerte (como argón) y una gota de mercurio y se opera a una presión relativamente baja.

c) Lámparas de vapor de mercurio: Constan de tubos de cuarzo llenados con argón y mercurio, rodeados por una camisa de vidrio llena de nitrógeno.

d) Lámparas de halogenuros metálicos (multivapor): usan pequeñas cantidades de yoduros de sodio, talio, escandio, disprosio e indio, además de la mezcla usual de argón y mercurio. Tanto como su economicidad como su color son excelentes.

e) Lámparas de vapor de sodio de alta presión: Usan sodio metálico en tubos translúcidos de óxido de aluminio. Se emplean en iluminación de carreteras, puentes, autopistas, en determinados trabajos industriales como imprentas, talleres, almacenes.

f) Lámparas de vapor de sodio de baja presión: La luz se produce en gran cantidad por descarga en vapor de sodio a baja presión. Dada su deficiencia en la reproducción del color, generalmente solo se emplea cuando nos sea necesaria la reproducción cromática.

PUNTOS CLAVE A TENER EN CUENTA PARA UNA BUENA ILUMINACION INDUSTRIAL

- Luz suficiente: Tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual.
- Iluminación Uniforme: Una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar la maquinaria y los bancos de trabajo.(en cualquier punto 200 Lux)
- Buena Iluminación vertical: En ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical. Se puede recurrir a las empotradas en el techo que ofrecen una distribución asimétrica de la luz.
- Fuentes de luz bien apantalladas: En alturas de montaje bajas es fundamental el uso de pantallas con rejillas que proporcionen el apantallamiento en la dirección crítica, y evitar el deslumbramiento.
- Debe de obtenerse el mejor rendimiento y la máxima economía en toda instalación de iluminación.
- No debe olvidarse el efecto decorativo y funcional de una buena iluminación.

TIPOS DE ILUMINACION PARA INTERIORES

Son las diversas formas en que se deben ubicar las fuentes luminosas (aparatos lumínicos) para solucionar problemas visuales, los cuales deben estar en forma proporcional para satisfacer una adecuada operatividad visual a realizarse en determinado ambiente constructivo.

Iluminación directa : Es aquella en la cual la fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área de trabajo o el área a iluminarse.

Iluminación Semi-directa.- Es la que la proyección del flujo luminoso que sale al área de trabajo proviene de la combinación de la luz directa de la fuente de luz y una parte del flujo luminosos que se refleja en las paredes techos y mobiliario.

Iluminación Indirecta.- Es en la que la fuente luminosa es dirigida a una pared, techo o a un mobiliario la cual o las cuales reflejan al flujo luminoso a la zona a iluminarse.

Iluminación Semi-indirecta.- es aquella en la cual el manantial emite flujos luminosos, unos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo, otras traspasan directamente superficies opacas y se distribuyen en todas las direcciones y uniformemente en la zona de trabajo.

Iluminación Difusa.- Es aquella en la que la fuente luminosa emite rayos, los cuales son dirigidos directamente a una superficie opaca y al traspasarlas se reparten uniformemente en todas las direcciones del área de trabajo.

DISEÑO DE ALUMBRADO

El objeto de un diseño de alumbrado es proporcionar iluminación suficiente para una tarea visual dada, sin producir malestar, Y AL MÍNIMO COSTO POSIBLE. No es difícil obtener suficiente luz con las modernas fuentes luminosas, pero si se colocan y controlan en forma inadecuada, se obtendrán luz molesta y deslumbrante.

Al realizar los análisis de iluminación es necesario aclarar que no es conveniente una iluminación escasa ni tampoco una iluminación intensa, porque en el primer caso se realizará mayor esfuerzo al órgano de la visión, y el segundo caso produce deslumbramiento en los objetos iluminados afectando también al órgano de la visión.

En la iluminación de interiores, se debe tener en cuenta: la reflexión que producirán las fuentes luminosas, las dimensiones que tendrá el ambiente o local a iluminar, los niveles y formas de iluminar a los objetos del local.

La reflexión es uno de los factores determinados por un principio de la física que determina que en un rayo incidente es igual al rayo reflejado. Sin embargo en la iluminación de interiores, la reflexión es influenciada por el color y la rugosidad de la superficie en la cual incidirán los rayos luminosos. Por ejemplo, el papel o cartón negro granulado reflejará solamente el 55% de la luz incidente; el papel blanco liso, reflejará el 85 %.

Al iniciarse todo análisis en iluminación de interiores se deben tener en cuenta los siguientes puntos fundamentales:

- .Formas o tipos de iluminación y número y ubicación de las lámparas a usar
- .Potencia y número de lámpara a usar
- .Ubicación y altura de suspensión de las lámparas

Con frecuencia se usan dos leyes importantes en los cálculos de alumbrado.

.Ley de los cuadrados inversos

Sea una fuente luminosa situada en O y produce F lumens, dentro del ángulo sólido.

Sea también una superficie plana dentro del ángulo sólido y de área A m².

La superficie es perpendicular al eje del rayo. La iluminación media será

$$E = I / d^2$$

E : iluminación media en luxes

I : es igual a F en lumens entre A m²

.Ley del Coseno

Considérese una fuente luminosa de " I " candelas situada a una altura perpendicular " h " m sobre un punto " P " sobre un cierto lugar a una distancia " L ".

A lo largo del plano se encuentra un segundo punto " Q " , este punto " Q " se encuentra a una distancia " d " m de " O ".

$$E = I \times h / d^3$$

E : Iluminación media en luxes

I : flujo luminoso de la fuente en candelas

h : altura de la fuente luminosa al plano de trabajo

d : distancia de la fuente luminosa al punto en estudio Q

PASOS A SEGUIR EN EL DISEÑO DE ALUMBRADO

- 1.- **Determinar el nivel requerido de iluminación; (luxes)** se selecciona de tabla para diferentes ambientes iluminar.
- 2.- **Se selecciona el tipo de iluminación y el tipo de lámpara**
- 3.- **Se determina el coeficiente de utilización (CU)**; que tiene en cuenta el hecho de que de la salida total en Lumens, sólo una pequeña porción llega al plano de trabajo. Este factor se ve afectado por características tales como forma y dimensiones del cuarto, color de paredes y techo, tipo de unidad y reflector.

a) Relación de Local (RL)

- Directa, semidirecta y difusa $RL = (\text{Ancho} \cdot \text{Largo}) / \text{Alto} \cdot (\text{Ancho} + \text{Largo})$

- Indirecta, semiindirecta $RL1 = 3/2 \cdot RL$

Con la relación de local se obtiene el índice de local.

Indice del Local	Relación de local
J	Menos 0.7
I	0.7 – 0.9
H	0.9 – 1.12
G	1.12 – 1.38
F	1.38 – 1.75
E	1.75 – 2.25
D	2.25 – 2.75
C	2.75 – 3.50
B	3.50 - 4.50
A	Más de 4.50

Con el índice de Local ingresamos a tablas de Luminarias del fabricante para obtener el coeficiente de utilización.

4) Estimar el Factor de Depreciación (FC); que toma en cuenta la reducción en la eficiencia de la instalación, debido a características tales como acumulación de polvo en las pantallas y pérdidas de propiedades reflejantes de las paredes y el cielo debido a suciedad.

5) Calculo del número de Lámparas (N)

$$N = (E \cdot \text{Area piso}) / (FL \cdot CU \cdot FC)$$

E: Iluminación en Luxes

FL: Flujo Luminoso en Lumenes x Lámpara

CU: Coeficiente de Utilización

FC: Factor de Depreciación

NIVELES DE ILUMINACION SUGERIDOS

Tipo de Recinto	Iluminancia	Tipo de recinto	Iluminancia
Auditoriums: Asambleas Exposiciones	150 300 -500	Supermercados: Góndolas Pasillos Estanterías refrigeradas Cajas	1000 500 1500 750
Bancos: General Zonas Trabajo Cajas, regsitros,claves	500 700 1200 -1500	Galerías de Arte: General Sobre pinturas Sobre esculturas	300 500 –700 1000 –1500
Bodegas y Almacenes Con poca actividad	50 -100		
Activos: Embalaje basto Embalaje medio Embalaje fino	100- 500 200 –300 500 - 700	Garajes y Estacionamientos: Zonas de reparaciones Zonas de Tráfico activo Pistas y rampas	1000 200 100
Escuelas: Lecturas de impresos Lecturas textos lapiz Salas de dibujo Bancos de Trabajo	300-400 700 1000 1000	Tiendas: Vitrinas, general Zonas de circulación Estanterías, servicio normal Autoservicios	1000 – 2000 200 750 – 1000 1500 - 2000

Tipo De Recinto	Iluminancia Lux	Tipo de Recinto	Iluminancia Lux
Residencias: Cocinas y superficies de trabajo Vestíbulo y halls Cuartos de estar Escaleras Comedores Dormitorios Cabeceras de cama	700 100 150 100-200 150-300 100 300 -400	Hoteles: Cuartos de baño En el espejo Dormitorios, general Tocador Vestíbulo Recepción	150 300 –500 100 300 – 500 300 500
Oficinas: Trabajo normal Uso de archivos Contabilidad Salas de dibujo Secretarias Espera Ascensores	400-600 800-1000 800-1000 1500 500 – 600 200 – 400 150 - 200	Hospitales: Habitaciones,general Salas consulta Mesas reconocimiento Salas Urgencia Salas Operaciones	100-200 200 1000 1000 25000
		Restaurantes: Comedores tipo íntimos Comedores de tipo general	100 200 100

EJEMPLO DE CALCULO

1) ¿ Cual es la iluminación media sobre el piso de un cuarto de 12 m de longitud por 7.5 m de ancho , iluminado por 10 unidades de 200 watt cada uno con una eficiencia de 13.3 Lumen/watt ? De tablas de fabricante de luminarias se toma como coeficiente de utilización como 0.3 y considerar factor de depreciación como la unidad.

Solución:

salida por lámpara = $200 \times 13.3 = 2660$ Lumens
Flujo total 10 Lámp. = $10 \times 2660 = 26660$ Lumens
Luz que llega al piso = $26660 \times 0.3 = 7998$ Lumens
Area del piso = $12 \times 7.5 = 90$ m²
Iluminación media = $7998 / 90 = 88.87$ Lux

2) **Determinese la iluminación en el piso, en un punto a 9 m de distancia del pie de una lámpara. La lámpara emite 500 candelas en todas direcciones y está montada a una altura de 6 m.**

Solución:

$L = 9$ m $h = 6$ m $d = \sqrt{9^2 + 6^2} = 10.82$ m $I = 500$ cd

Según la ley de los cuadrados inversos: $E = I \cdot h / d^3 = 2.366$ Lux

ILUMINACION Y AHORRO DE ENERGIA

El Perú es un país que está en una situación muy particular. Existe, por un lado, un crecimiento en la demanda de energía a nivel industrial, comercial y doméstico, y por otro lado una crisis energética, ya que en la última década no ha habido crecimiento en la oferta de la energía. La creación de nuevas centrales generadoras de energía demanda grandes inversiones difíciles de realizar. Otra manera de tener mayores fuentes energéticas es mediante el ahorro de Energía pues Energía que ahorras es energía que dejas disponible para que la use otro. Es decir a mayor ahorro , mayor energía disponible para otros.

Se ha logrado detectar que en la industria un gran porcentaje de las Plantas Industriales utilizan artefactos de iluminación poco eficientes y de gran consumo de energía. Gran cantidad de Bancos, Financieras, hoteles, instituciones y oficinas consumen grandes cantidades de energía eléctrica sólo por el hecho de contar con artefactos de iluminación obsoletos o de un rendimiento lumínico bajo, sumado a un diseño de alumbrado defectuoso, ó en algunos casos sin ningún cálculo de alumbrado.

En los estudios efectuados en los últimos tiempos, se han detectado oficinas de empresas importantes e industrias que tienen niveles de iluminación de casi un 50% por debajo de las normas recomendadas y una cantidad de lámparas mayores que las aconsejables y necesarias para el ambiente de uso determinado. También se ha comprobado que en las llamadas horas puntas, es decir entre las 18:00 y 23:00 horas, funcionan muchas industrias que sólo con reestructurar su sistema de iluminación, lograrían importantes ahorros; por esto la importancia de un adecuado diseño de iluminación de interiores y exteriores.

En países desarrollados de Europa, el tema de ahorro de energía ya es una constante; las lámparas incandescentes, van camino a desaparecer, han sido reemplazadas por otros más eficientes como las lámparas fluorescentes y otras ahorradoras.

Cuando se toca el tema de ahorro de energía, la iluminación ocupa un lugar preponderante y el tema es inagotable. Creemos que en el Perú se están dando los primeros pasos, que son importantes, y todos nosotros debemos crear conciencia que el camino hacia el crecimiento pasa por el **ahorro de Energía**.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA AHORRAR ENERGIA ELECTRICA EN SISTEMAS DE ILUMINACION

- ◆ Limpia periódicamente las luminarias, porque la suciedad disminuye el nivel de iluminación de una lámpara hasta en un 20%.
- ◆ Apaga las luces que no necesites, como por ejemplo cuando el personal está en refrigerio.
- ◆ Evalúa la posibilidad de utilizar luz natural, instalando calaminas transparentes o similares . Aprovecha este recurso, siempre que te brinde un nivel adecuado de iluminación.
- ◆ Usa colores claros en las paredes, muros y techos, porque los colores oscuros absorben gran cantidad de luz y obligan a utilizar más lámparas.
- ◆ Reemplaza tus fluorescentes T-12 convencionales de 40 W por fluorescentes delgados de T-8 de 36 W porque iluminan igual. Este reemplazo significa un ahorro económico de 10% en tu facturación, ya que los T-8 consumen 4W menos, utilizan los mismos sockets y lo más importante es que cuestan igual.
- ◆ Independiza y sectoriza los circuitos de iluminación, esto te ayudará iluminar sólo los lugares que necesitas.
- ◆ Instala superficies reflectoras porque direcciona e incrementa la iluminación y posibilita la reducción de lámparas en la luminaria.
- ◆ Selecciona las lámparas que te suministren los niveles de iluminación requeridos en las normas de acuerdo al tipo de actividad que desarrolles.
- ◆ Utiliza balastos electrónicos, porque te permiten ahorrar energía hasta un 10% y corrige el factor de potencia, así como incrementa la vida útil de tus fluorescentes.
- ◆ Evalúa la posibilidad de instalar sensores de presencia, timers y/o dimmers para el control de los sistemas de iluminación de tu empresa.
- ◆ Utiliza luminarias apropiadas como las pantallas difusoras con rejillas. No utilices difusores o pantallas opacas porque generan pérdidas de luz por lo que tendrás que utilizar más lámparas,.