



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

- 1- ACONDICIONAMIENTO ELECTRICO
- 2- ACONDICIONAMIENTO LUMÍNICO INTERNO Y EXTERNO
- 3- ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO
- 4- SERVICIO CONTRA INCENDIOS
- 5- SERVICIO DE PARARAYOS

CENTRO DE EXPOSICIONES Y CONGRESOS 1.750 M2

5 SALONES- ESTAR CENTRAL- 4 SANITARIOS

3 OFICINAS-CAFETERIA

JARDINES DE ENTRADA

(TODO EN UNA PLANTA)

(O SIMILAR)



ILUMINACIÓN ADECUADA VS. ILUMINACIÓN INADECUADA

Los seres humanos dependemos de la visión. La gran mayoría de nosotros confía más en la vista que en cualquiera de los otros sentidos. Contamos con ella para aprender, para realizar nuestro trabajo durante el día.

Cualquier interferencia con nuestra visión normal tendrá su costo. El precio puede ser un dolor de cabeza, fatiga o simplemente una vaga sensación de discomfort. Cuando esa interferencia es continua, el efecto es acumulativo.

El stress diario de forzar la vista puede provocar a largo plazo problemas de salud, pérdida en la productividad e insatisfacción en nuestro trabajo y en nuestro lugar de trabajo. A continuación veremos ciertos problemas que la luz inadecuada puede causar y algunas sugerencias para prevenir estos problemas simplemente aplicando las técnicas de iluminación adecuadas.

ILUMINACIÓN INADECUADA

Deslumbramiento Directo

Es el resultado de la luminancia proveniente directamente de una ventana o Luminaria puede crear discomfort y fatiga visual como consecuencia del continuo ajuste y reajuste de las pupilas a dos niveles de iluminación muy diferentes.



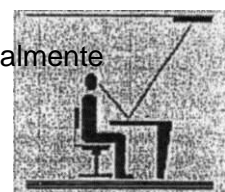
Deslumbramiento Reflejado

Es la luz reflejada por superficies brillantes y que contribuye a un esfuerzo visual y fatiga. Una fuente de luz reflejada en la pantalla de un monitor crea una imagen brillante que dificulta la lectura de los caracteres en dicha pantalla.



Luminancia de Velo

Es el reflejo producido por una luminaria que oscurece parcial o totalmente detalles (como por ejemplo palabras impresas sobre un papel brillante) por la reducción del contraste entre los detalles y el fondo. Puede oscurecer partes de un texto o velar imágenes fotográficas dificultando su visión.





Sombras Duras y Alto Contraste



Quando existe una diferencia significativa entre la luminancia del objeto y su entorno inmediato y que puede contribuir al disconfort visual. Un ejemplo de esto son las sombras producidas por una fuente puntual sobre la cabeza o la mano que escribe de una persona y que oscurecen el plano de trabajo donde se está leyendo o escribiendo. Las mochilas de los "action offices" también suelen producir sombras y crear disconfort. Cuando las pupilas deben ajustarse continuamente a diferencias de iluminancia entre el objeto de trabajo y el entorno inmediato trabajan mucho más y la vista se cansa más rápidamente que en ambientes en los cuales las sombras son difusas y las iluminancias más uniformes.

Otras Consecuencias

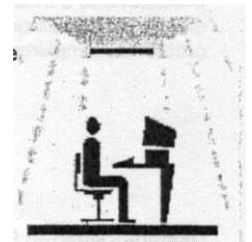
Al margen de los problemas visuales apuntados, la iluminación incorrecta de los puestos de trabajo trae como consecuencia una cantidad de dolores corporales (cuello, hombros y espalda especialmente) derivados de las posiciones anormales que, inconscientemente, el individuo adopta para evitar de alguna manera ser víctima del deslumbramiento.

ILUMINACIÓN ADECUADA

Una iluminación adecuada permite a las personas realizar sus tareas sin esfuerzos físicos ni disconfort psicológico. Una iluminación indirecta bien diseñada contribuye a lograr este propósito.

Reducción de las luminancias

La iluminación indirecta convierte al cielorraso en una única "fuente de luz" suave y difusa, eliminando los deslumbramientos y los reflejos en los monitores de las computadoras, como así también, los molestos brillos en superficies horizontales y verticales.



Minimiza las sombras y los altos contrastes

La iluminación indirecta reduce las sombras producidas por la cabeza y las manos. Si existen mochilas o elementos elevados que puedan producir sombras, estas siempre serán más "blandas" que las producidas por la luz directa. De todas formas, siempre se podrá recurrir a una iluminación bajo mochila si las sombras fueran demasiado molestas.

Niveles de iluminación bien balanceados



La iluminación indirecta proporciona una excelente uniformidad en la iluminación general del recinto, además de mantener una buena relación de contrastes entre los diversos entornos, evitando así la continua acomodación de las pupilas, especialmente en el caso del trabajo con computadoras, donde la luminancia del papel blanco de los datos que se están leyendo suele ser inmensamente superior a la de la pantalla del monitor.

De esta manera, será mucho más fácil lograr la relación de 1: 3 entre el plano de trabajo y el entorno inmediato, valor recomendado por todos los entes Nacionales e Internacionales a respecto.

Otras consideraciones

Es cierto que un ambiente iluminado solamente de forma indirecta puede derivar en una falta de apreciación de los detalles y las texturas de determinados elementos. Para estas situaciones, bastará con disponer una serie de spots, generalmente orientables, para crear una iluminación de destaque sobre elementos como obras de arte, plantas, paredes, etc. Sobre estas últimas, una de las técnicas; más habituales es el "wall washing" o bañado de paredes y el "scaloping" o secuencia de elipses dibujadas sobre las mismas por medio de líneas continuas de spots con lámparas dicróicas o PAR de haz concentrado.

También será conveniente la distribución de una moderada cantidad de "downlights" (iluminación indirecta) por medio de spots generalmente embutidos en el cielorraso y de haces de luz no muy "duros" a los efectos de proveer iluminación modeladora. Este complemento deberá ser balanceado según cada situación en particular. En aquellos espacios en los que la reducción del deslumbramiento sea la prioridad, este complemento deberá ser mínimo, digamos entre un 2% y un 5%, mientras que en lugares de encuentros y reuniones, donde es importante el modelado de las facciones, se podrá: experimentar entre un 30% v un 40% dependiendo de las dimensiones del local.

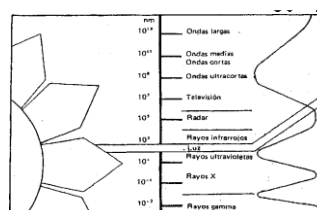
INSTALACIONES DE ILUMINACION

Aspectos físicos de la luz Naturaleza de la luz

Se puede definir a la luz como una manifestación de la energía, en forma de radiaciones electromagnéticas, que afectan el órgano visual.

LONGITUDES DE ONDAS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

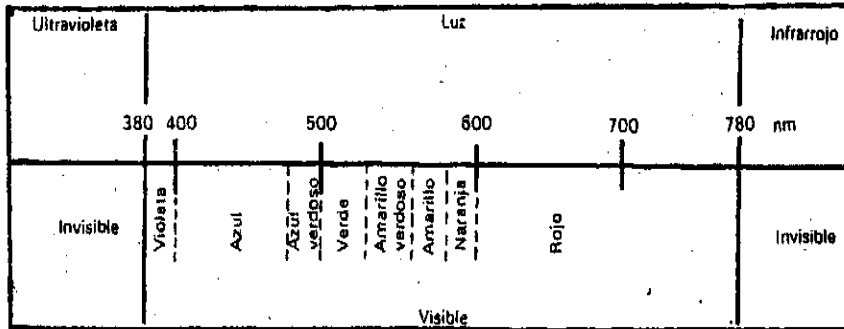
La luz que se percibe en realidad es un conjunto de radiaciones electromagnéticas. Se observa experimentalmente que un rayo de luz blanca al atravesar un prisma triangular de vidrio transparente, se descompone en una banda continua de colores que compone el arco iris (rojo anaranjado, amarillo, verde, azul, violeta, etc.), los cuales son radiados dentro de una zona





determinada del espectro electromagnético.

LIMITES APROXIMADOS DE RADIACION DE LOS DIFERENTES
COLORES DEL ESPECTRO VISIBLE



Producción de la luz

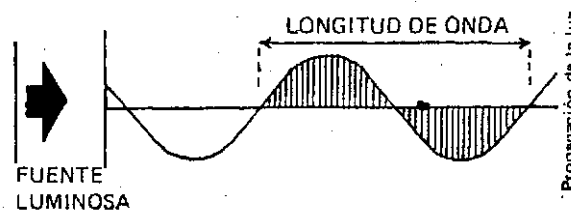
La luz se puede producir de varias formas. La más importante con relación a las luminarias eléctricas son:

- Calentamiento de cuerpos sólidos hasta alcanzar el estado de incandescencia que es el fundamento de las lámparas incandescentes.
- Acción de una descarga eléctrica entre dos placas o electrodos situados en el seno de un gas o un vapor metálico, que constituye el fundamento de las lámparas de descarga.

En ambos casos la producción de la luz es un proceso de transformación de energía eléctrica en lumínica.

Transmisión de la luz

La luz se transmite a distancia a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. La luz se recibe del sol a través del espacio vacío,



Atravesando además los gases que componen la atmósfera terrestre.

La radiación luminosa al igual que las otras radiaciones electromagnéticas, presentan dos características fundamentales que son:

- Longitud de onda o distancia entre dos ondas consecutivas.
- La propagación se efectúa en línea recta en todas las direcciones a partir de la fuente luminosa, a una velocidad de 300.000 km/seg.



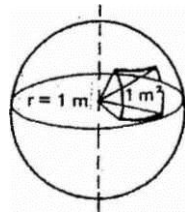
Unidades

Se pueden definir las siguientes unidades:

Intensidad luminosa: (I) La intensidad de luz que emana de un foco luminoso se mide en candela, también llamada bujía internacional. Esta unidad se define internacionalmente en función del brillo que presenta el platino a la temperatura de solidificación.

Es decir que es una unidad arbitraria, que fue establecida como patrón en 1948 por la Oficina de Pesas y Medidas de Paris.

Flujo Luminoso (f) . Su unidad es el Lumen y da una idea de la potencia lumínica que emite una fuente.

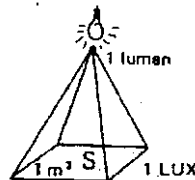


Un lumen es el flujo luminoso incidente sobre un casquete esférico de 1 m² de superficie, perteneciente a una esfera de 1 m de radio y en cuyo centro hay un foco de una candela, que es la fuente de donde procede el flujo. [

Por lo tanto el flujo en lumen emitido por una candela, será numéricamente igual a la superficie de una esfera de 1 m de radio, o sea:

$$\Phi = 4\pi r^2 = 12,57 \text{ lm}$$

Iluminación (E): Se mide en lux y representa el flujo incidente sobre una superficie de 1m².



$$E \text{ (lux)} = \Phi / S \text{ (lumen)} / \text{m}^2$$

En cuanto a la distribución de la luz, deben mencionarse dos leyes fundamentales:

1) La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia existente entre la fuente de luz y la superficie iluminada.

I: Intensidad (Candela)

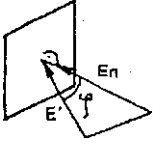
d: distancia (m)

2) La iluminación sobre una superficie que no es normal a la dirección de los rayos incidentes es proporcional al coseno del ángulo que forma dicha superficie con el plano normal a los rayos.

$$E' = E \cos \phi$$



Siendo E' : Iluminación en el plano con respecto al normal
 E_n : Iluminación del plano normal.



Medida de la intensidad luminosa:

La medida de la intensidad luminosa se realiza en el laboratorio por medio de aparatos especiales, aplicando la ley de la inversa del cuadrado de la distancia.

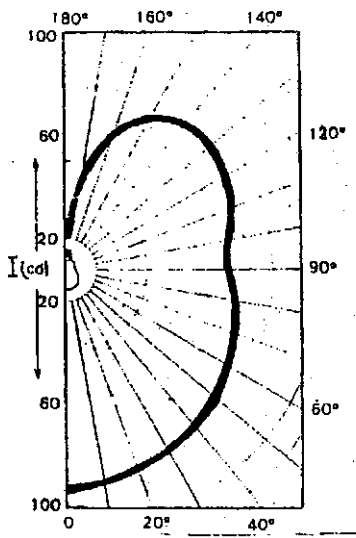
Los valores se representan en curvas especiales denominadas curvas fotométricas.

El ojo humano

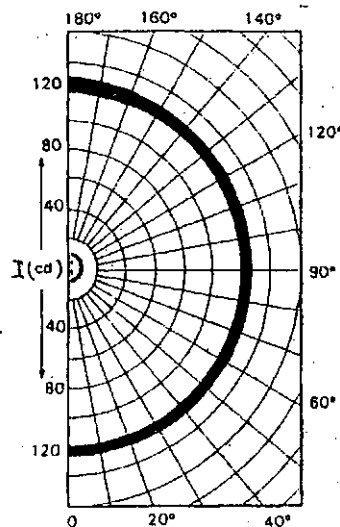
El ojo recibe la energía luminosa y la transforma en energía nerviosa, que es conducida a través del nervio óptico hasta el cerebro.

El ojo se puede comparar en forma elemental a una cámara fotográfica. El "objetivo" es la córnea, humor acuoso y cristalino. El "diafragma" es el iris y la "película foto sensible" es la retina.

La retina está dotada de elementos foto receptores que por su forma



Curva fotométrica de una Lámpara incandescente Standard.



Curva fotométrica de una lámpara fluorescente

Magnitud	Símbolo	Unidad	Definición de la unidad	Relaciones
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)	Intensidad luminosa a la temperatura de solidificación del platino' (2.046° K)	
Flujo luminoso	Φ	Lumen(lm) '	Flujo emitido en un ángulo sólido unidad por una fuente con una intensidad luminosa de una candela.	
Iluminancia o Iluminación.	E	Lux (be)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de 1 tri'	$E=\Phi/S$

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS	 <small>FACULTAD DE INGENIERIA EN ACCIÓN CONTINUA...</small>
	LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro	

se denominan conos y bastoncillos, siendo allí donde se produce la transformación en energía nerviosa.

El campo visual del hombre está limitado por un ángulo de 130° en sentido vertical y 180° en sentido horizontal.

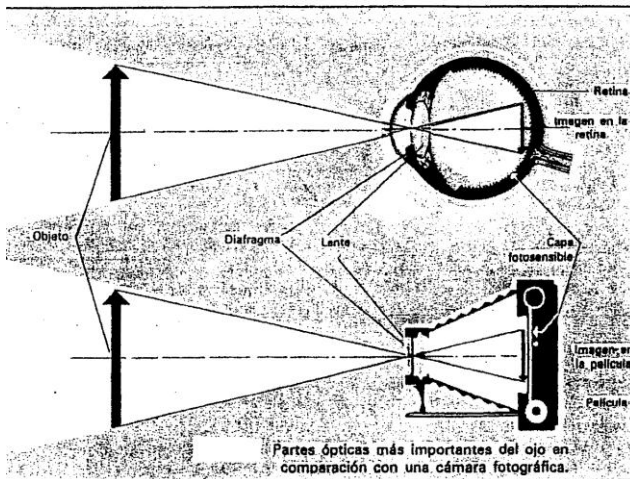
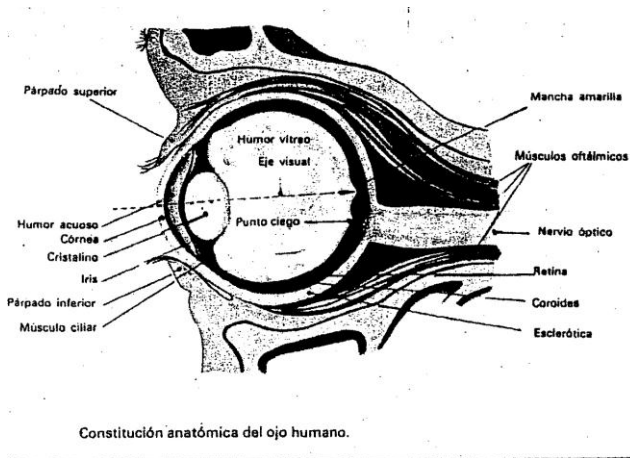
De los objetivos iluminados o con luz propia situados en el campo visual, parten los rayos luminosos que atravesando la córnea pasan por el cristalino donde se refractan y llegan a la retina en la cual se forman la imagen de los objetos.

Esta imagen se percibe invertida y mucho más pequeña que la realidad de la misma manera que la cámara fotográfica, pasando mediante el nervio óptico al cerebro que es el encargado de interceptar y rectificar la posición.

Los conos y bastoncillos son los órganos sensibles a los estímulos luminosos. Los primeros son muy sensibles al color mientras que los bastoncillos lo son a la luz.

El ojo tiene la capacidad de adaptarse automáticamente a las distintas fuentes luminosas. Este ajuste lo realiza la pupila con un movimiento de cierre o apertura tal cual actúa el diafragma de una máquina fotográfica.

El ajuste automático con respecto a la distancia de los cuerpos se realiza variando la curvatura del cristalino. Si la figura se encuentra cerca del ojo, la curvatura se hace mayor que cuando está lejos del mismo modo que en una cámara fotográfica se varía la distancia entre objetivo y película.



Iluminación interior – Generalidades

Los factores que caracterizan a una buena iluminación interior están basadas en ciertos requerimientos de cantidad de luz y su calidad, siendo los parámetros fundamentales los siguientes:

- Nivel de iluminación (cantidad)
- Contraste
- Sombras
- Deslumbramiento
- Características del color del ambiente

Todos estos parámetros deben guardar una relación entre sí buscando como objetivos en el diseño de una buena instalación de iluminación lo siguiente:

- Eficiencia visual
- Confort y bienestar visual
- Economía

Iluminación:

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro	

En numerosos análisis realizados se demuestra que la capacidad visual depende fundamentalmente del nivel de iluminación de la habitación.

- Cada actividad requiere una iluminación característica media en la-zona que se desarrolla la misma, siendo los factores determinantes los siguientes:
- Tamaño de los detalles que la vista debe captar La distancia del ojo al objeto que se observa
- Reflexión y contraste de los objetos

Si bien todos los parámetros gravitan en conjunto para obtener una buena iluminación, el nivel de iluminación o nivel de iluminártela juega uno de los papeles más importantes en el diseño dado que es el que determina 1 la cantidad de luz incidente en el plano o área de trabajo. \

Es obvio señalar que sin la exigencia básica de una iluminación adecuada o cantidad de luz. necesaria, ninguna tarea visual puede desarrollarse en forma correcta, rápida, segura y fácil.

En general es muy difícil establecer un valor de iluminación más adecuado para una tarea visual. Sin embargo en base a numerosas experiencias se han establecido recomendaciones por medio de comisiones de luminotecnia y de higiene y seguridad en el trabajo. \

Los valores de iluminación en general suele dividirse en:

- Iluminación de interiores varios.
- Iluminación de industrias

Una buena determinación de la iluminación del local es ampliamente í ventajosa, por los beneficios que origina una mayor eficiencia y productividad, disminución de accidentes, mayor predisposición para las tareas, etc. Los valores de iluminación recomendados corresponden a "valores de i servicio", es decir que se obtienen como promedio entre los valores máximos iniciales y los valores mínimos a través del uso de la instalación durante el cual interviene la depreciación luminosa de la instalación.

Estos factores de depreciación luminosa dependen de:

- Pérdida de emisión de las fuentes luminosas.
- Pérdidas de emisión de las luminarias, por influencia de la suciedad ambiental. Los valores de servicio pueden mantenerse dentro de los originalmente establecidos, con un buen mantenimiento de la instalación, mediante:
- Recambio de las fuentes luminosas antes del término de la vida útil asignada.
- Limpieza periódica de los artefactos luminosos o luminarias.

Clasificación de las tareas visuales

En general es ilimitado el número de tareas visuales, pero aquellas; que tienen características similares pueden ser agrupadas para mantener un valor común de iluminancia. Además cada uno de estos grupos puede ser a su vez subdividido atendiendo el grado crítico de tareas, apreciación de detalles, magnitud de contrastes, tiempo de observación, tareas más o menos prolongadas, etc.

Luxómetro

Instrumento para medir el nivel de iluminación.

Consiste en una célula fotoeléctrica que al incidir un rayo de luz genera una débil corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente.



VALORES DE ILUMINACION

I - SEGUN NORMA IRAM

Del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales y Asociación Argentina de Luminotecnia.

I-1 Visión ocasional solamente: 100 lux.

Para permitir movimientos seguros en circulaciones de poco tránsito salas de calderas, depósitos de materiales toscos y voluminosos/placares y armarios.

1-2: Tareas intermitentes ordinarias o fáciles, con contraste fuerte- 100 a 300 lux
trabajos toscos intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de stock, colocación de maquinaria pesada

1-3: Tareas moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos: 300 á-750 lux
Trabajos medianos mecánicos y manuales, inspección y montaje, trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura, archivo.

I - 4: Tareas severas y prolongadas y de poco contraste: 750 a 1.500 lux
trabajos finos, mecánicos y manuales, montaje e inspección, pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.

I - 5: Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos y muy poco contraste: 1.500 a 3.000 lux
montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices, inspección con calibre, trabajo de molienda fina

I - 6: Tareas excepcionalmente difíciles o importantes:
3.000 lux para trabajo fino de relojería y reparación

5.000 a 15.000 lux - para casos especiales, como por ejemplo: iluminación de campo operatorio en una sala de cirugía.

// - SEGUN DECRETO REGLAMENTARIO DE LA LEY SOBRE "HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO"

Intensidad mínima de iluminación sobre el plano de trabajo

II • 1: Tareas que exigen máximo esfuerzo visual: 1.500 lux Trabajos de precisión máxima que requieren: finísima distinción de detalles condiciones de contraste malas largos espacios de tiempo

II • 2: Tareas que exigen gran esfuerzo visual 700 lux Trabajos de precisión que requieren: fina distinción de detalles grado mediano de contraste largos espacios de tiempo
Tales como: moblaje fino, trabajo a gran velocidad, acabado fino, pintura extra- | fina, costura de ropa oscura, mesas de dibujo

II ■ 3: Tareas que exigen bastante esfuerzo visual: 400 lux Trabajos prolongados que requieren: fina distinción de detalles grado moderado de contraste largos espacios de tiempo
Tales como: trabajo corriente de banco de taller y montaje, trabajo en maquinaria del taller, inspección y montaje, salas de archivos y conferencias.

II - 5: Tareas que exigen poca esfuerzo visual: 100 lux I Tales como: sala de calderas, depósitos de materiales, cuartos de aseo, escaleras.

II - 6: Tareas que no exigen esfuerzo visual: 50 lux
Tales como: tránsito por vestíbulos y pasillos, almacenes, carga y descarga de elementos no peligroso

Esta tabla no incluye tareas muy especiales que requieren niveles de iluminación por encima de los detallados en el punto II - 1. Estos serán determinados por la autoridad de aplicación a solicitud de parte.

III – IL UMINACION DÉ INTERIORES VARIOS

Valores mínimos "en servicio"; según NORMA IRAM – AADL J 20-06 del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales y Asociación Argentina de Luminotécnica

Tipo de Edificio, Local y Tarea Visual

VIVIENDA	LUX
Baño: Iluminación general	100
Iluminación localizada sobre espejo	200
Dormitorio: Iluminación general	200
Iluminación localizada, cama, espejo	200
Cocina: Iluminación sobre zona de trabajo: cocina, pileta, mesada	200

Estar:	Iluminación general	100
	Iluminación localizada.	200
	Lectura intermitente, escritura, costura	300

OFICINAS

Hall para público	200
Cartografía, proyectos, dibujos detallados	1.000
Contaduría, tabulaciones, teneduría de libros, operaciones Bursátiles, lectura de reproducciones, bosquejos	500
Trabajo general de oficina:	
Lectura, transcripción de escritos a mano	500
Trabajos especiales:	750
Sala de conferencias:	300
Circulaciones:	200

Tipos de iluminación

Los tipos de iluminación se los puede clasificar de la siguiente manera:

Iluminación directa: cuando el flujo luminoso es dirigido directamente al plano de trabajo.



Iluminación semidirecta: cuando la mayor parte del flujo luminoso es dirigido hacia el plano de trabajo y el resto al techo que lo devuelve hacia el ambiente.



Iluminación difusa: cuando el flujo luminoso es repartido uniformemente en todas direcciones.



Iluminación semindirecta: cuando la mayor parte del flujo luminoso es dirigido al techo y paredes que son los que lo devuelven al plano de trabajo. El restó llega directamente.



Iluminación indirecta cuando todo el flujo luminoso es dirigido al techo y paredes que los devuelvan al plano de trabajo.

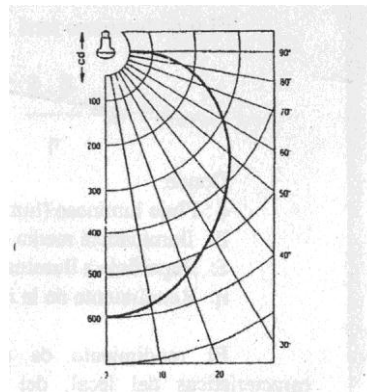


Para poder definir perfectamente las distintas categorías de iluminación, conviene basarse en como se distribuye el flujo luminoso.



Para tal fin se utilizan curvas de distribución luminosa que es la indicación en una escala determinada de los distintos valores de la intensidad luminosa, según todas las direcciones radiales que emergen del centro del arte-facto. Se las denomina también curvas fotométricas de acuerdo a lo visto precedentemente.

Distribución de la luz en cd



Para una lámpara ideal de filamento concentrado en un punto, la curva | de distribución sería un círculo. |

Idealmente colocando sobre la lámpara una pantalla negra que absorbía toda la luz hacia arriba, la curva de distribución sería medio círculo. Sin embargo ello no se produce en la práctica, adoptando las curvas indicadas según el tipo de iluminación.

- 1) Directo (con pantalla)
- 2) Semidirecto
- 3) Difuso \
- 4) Semindirecto
- 5) indirecto 3

Se puede decir que el alumbrado directo tiene el inconveniente que produce fácil encandilamiento y origina brillos y sombras fuertes.

El aprovechamiento del flujo emitido es casi completo. El alumbrado es independiente del cielorraso y de las paredes del local.

En el semidirecto las sombras y brillos son mayores aun.

El alumbrado difuso reduce el brillo pero las sombras siguen siendo notables.

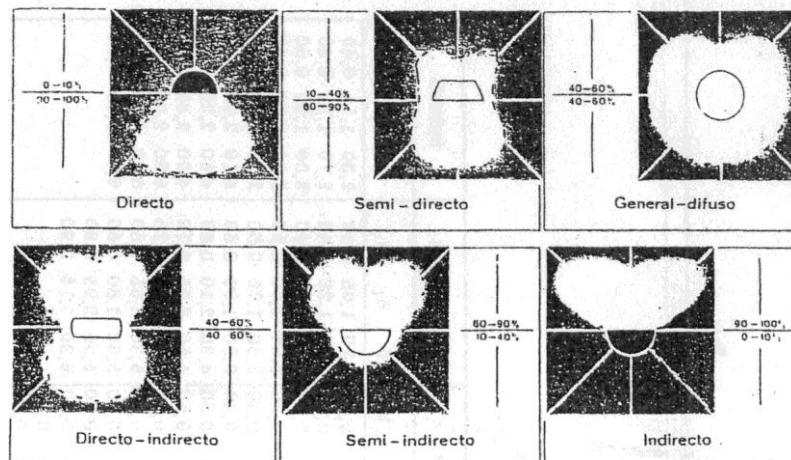
En el alumbrado semindirecto se consiguen sombras suaves y poco brillo, es necesario que el cielorraso sea claro y no muy elevado.

Clasificación de las luminarias según la radiación del flujo luminoso



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro



En el indirecto se consigue gran uniformidad, sin sombras ni brillos, siendo adecuado para cualquier trabajo. No resulta económico por el bajo rendimiento luminoso, requiriendo cielorrasos completamente blancos.

Tipo y número de artefactos

Fijando la altura entre el techo y el plano de trabajo, mediante la tabla de distribución de artefactos se pueden determinar las separaciones óptimas y la altura de suspensión. Pueden adoptarse los siguientes valores prácticos:

Iluminación directa y semi directa

$$d = 0,75 \text{ a } 1,5 h$$

$$d_1 = 0,5 d \text{ paredes claras}$$

$$d_1 = 0,3 d \text{ paredes oscuras}$$

$$h_1 = 0,25 h$$

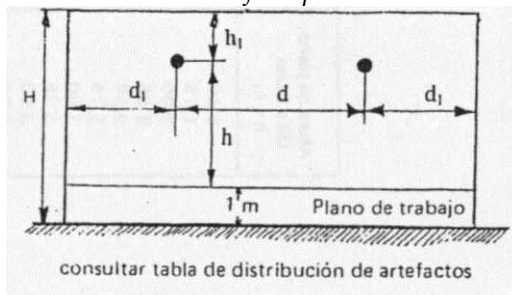
Iluminación indirecta y semi indirecta

$$d = 1,5 \text{ a } 2 h$$

$$d_1 = 0,5 d$$

$$h_1 = 0,3 h$$

Para *Iluminación difusa* pueden tomarse valores intermedios





Distribución de artefactos

Altura de plano útil a techo $h + h_1$	Directa			Semidirecta			Difusa			Semiindirecta			Indirecta		
	d	d_1	h_1	d	d_1	h_1	d	d_1	h_1	d	d_1	h_1	d	d_1	h_1
1,50	1,90	0,95	0,30	2,00	1,00	0,20	2,10	1,05	0,20	2,10	1,05	0,30	2,30	1,15	0,40
1,75	2,20	1,10	0,35	2,30	1,15	0,30	2,40	1,20	0,20	2,40	1,20	0,40	2,70	1,35	0,40
2,00	2,40	1,20	0,40	2,60	1,30	0,30	2,10	1,35	0,30	2,80	1,40	0,40	3,00	1,50	0,50
2,25	2,70	1,35	0,45	2,90	1,45	0,40	3,00	1,50	0,30	3,20	1,60	0,50	3,40	1,70	0,50
2,50	3,00	1,50	0,50	3,20	1,60	0,40	3,30	1,65	0,40	3,50	1,75	0,50	3,70	1,85	0,60
2,75	3,30	1,65	0,55	3,60	1,80	0,50	3,60	1,80	0,40	3,80	1,90	0,60	4,10	2,05	0,60
3,00	3,60	1,80	0,60	3,90	1,95	0,50	4,00	2,00	0,50	4,20	2,10	0,60	4,50	2,25	0,70
3,25	3,90	1,95	0,65	4,20	2,10	0,60	4,40	2,20	0,50	4,50	2,25	0,70	4,90	2,45	0,70
3,50	4,20	2,10	0,70	4,50	2,25	0,60	4,70	2,35	0,60	4,90	2,45	0,70	5,30	2,65	0,80
3,75	4,50	2,25	0,75	4,80	2,40	0,70	5,10	2,55	0,60	5,30	2,65	0,80	5,70	2,85	0,80
4,00	4,80	2,40	0,80	5,20	2,60	0,70	5,40	2,70	0,70	5,60	2,80	0,80	6,00	3,00	0,90
4,25	5,10	2,55	0,85	5,50	2,75	0,80	5,80	2,90	0,70	5,90	2,95	0,90			
4,50	5,40	2,70	0,90	5,80	2,90	0,80	6,10	3,05	0,80	6,30	3,15	0,90			
4,75	5,70	2,85	0,95	6,10	3,05	0,90	6,40	3,20	0,80						
5,00	6,00	3,00	1,00	6,50	3,25	1,00	6,70	3,35	0,90						
5,25	6,30	3,15	1,05	6,90	3,40	1,00									
5,50	6,60	3,30	1,10												

Notas: Las distancias indicadas deben considerarse como máximas. Si no se indican valores de d , d_1 y h_1 para valor de $h + h_1$, no conviene adoptar este sistema de iluminación

Cálculo de iluminación

Para el cálculo de iluminación interior deben tenerse en cuenta dos factores fundamentales:

- Tipo de actividad a desarrollar
- Dimensiones y características físicas del local a iluminar

Conocidos estos datos, se efectúan los cálculos correspondientes para hallar el flujo luminoso de modo de fijar el tipo, número y distribución de las luminarias.

El flujo luminoso total necesario se calcula aplicando la fórmula:

$$\Phi = E \cdot S / \eta$$

Donde:

Φ : Flujo luminoso (lumen)

E: Iluminancia media del local (lux)

S: Superficie a iluminar (m²)

η : Rendimiento de la iluminación

El rendimiento de iluminación η depende de las dimensiones y características del local, del tipo de luminaria, así como de la suciedad o envejecimiento de las lámparas.

Para cálculos prácticos puede considerarse los siguientes valores:

Iluminación directa o semidirecta: $\eta = 0,30$ a $0,50$

Iluminación difusa $\eta = 0,15$ a $0,30$

Iluminación indirecta o semidirecta $\eta = 0,05$ a $0,20$

Los valores mayores corresponden a locales amplios con techos relativamente bajos y colores claros de cielorrasos y paredes. Los valores menores se emplean inversamente para locales pequeños cielorrasos altos y colores oscuros.

Rendimiento de iluminación



Para análisis más precisos, puede considerarse el rendimiento de iluminación H , consumido por los siguientes factores

$$\eta = \eta_L \cdot f_u$$

Donde:

η_L : Rendimiento del local

f_u : Factor de utilización o conservación

El rendimiento del local, η_L depende de los factores de reflexión del techo, paredes y suelo, de las características fotométricas de las luminarias a emplear, así como de un parámetro denominado índice del local K , que varía en función de las dimensiones del local y el emplazamiento de las luminarias.

El índice \bar{K} puede calcularse con las siguientes fórmulas Para iluminación directa, semidirecta o difusa

$$K = a \cdot b / h(a + b)$$

Para iluminación indirecta o semidirecta

$$K = 3 a \cdot b / 2h'(a + b)$$

Donde:

a y b : Dimensiones del local (m)

h : Altura desde plano de trabajo a la luminaria (m)

h' : Altura desde el plano de trabajo hasta el techo (m)

El factor de reflexión de techos paredes o suelos del local, depende del color, pudiéndose estimar los siguientes valores: 80% muy claros 50% claros 30% algo oscuro 10% oscuro

De esa manera, en función del tipo de iluminación predeterminado, el factor de reflexión y el Índice del local K , se ha confeccionado la tabla que permite determinar el rendimiento del local que sirve de elemento de referencia en el cálculo, dado que como dependen de la característica j modelo del artefacto a emplear, debe consultarse al fabricante en cada caso particular.

El factor de utilización f_u depende de la disminución del flujo luminoso de las lamparas debido a su envejecimiento natural, del polvo o suciedad que puede depositarse sobre ellas o las propias luminarias y del grado de mantenimiento de la instalación.

Puede adoptarse:

0,8 para locales limpios

0,7 para locales poco sucios

0,6 para locales sucios



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Rendimiento del local η_L			Techo							
			80%		50%		30%			
			Paredes							
Tipo de iluminación	Luminarias	Indice del local K	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
			Semidirecta 75% ↓ 25%		0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,28 0,35 0,39 0,45 0,49 0,56 0,60 0,64 0,68 0,70	0,22 0,29 0,33 0,38 0,42 0,50 0,55 0,59 0,62 0,65	0,18 0,25 0,30 0,33 0,37 0,44 0,50 0,54 0,59 0,62	0,26 0,33 0,37 0,40 0,43 0,49 0,53 0,56 0,61 0,65	0,21 0,27 0,32 0,36 0,39 0,44 0,48 0,51 0,56 0,60
Difusa 40% ↓ 60%		0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,26 0,32 0,37 0,40 0,42 0,46 0,50 0,52 0,55 0,57	0,23 0,29 0,33 0,36 0,39 0,43 0,46 0,48 0,52 0,54	0,21 0,27 0,31 0,34 0,36 0,40 0,43 0,45 0,49 0,51	0,23 0,28 0,31 0,34 0,36 0,41 0,44 0,46 0,48 0,49	0,21 0,26 0,29 0,31 0,32 0,35 0,39 0,41 0,44 0,47	0,19 0,24 0,27 0,28 0,30 0,32 0,34 0,37 0,39 0,42	0,17 0,21 0,24 0,26 0,28 0,30 0,33 0,36 0,38 0,41	
Directa 80% ↓ 20%		0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,38 0,46 0,50 0,54 0,58 0,62 0,67 0,72 0,74	0,32 0,42 0,46 0,50 0,54 0,58 0,64 0,68 0,71	0,28 0,38 0,43 0,48 0,51 0,56 0,61 0,63 0,67	0,37 0,46 0,50 0,53 0,56 0,60 0,65 0,70 0,72	0,32 0,41 0,46 0,50 0,53 0,58 0,63 0,68 0,70	0,28 0,38 0,43 0,47 0,50 0,56 0,61 0,63 0,68	0,31 0,41 0,46 0,49 0,52 0,56 0,61 0,64 0,67 0,69	0,28 0,38 0,43 0,47 0,50 0,56 0,61 0,64 0,68
Directa 70% ↓ 30%		0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,35 0,43 0,46 0,53 0,57 0,61 0,64 0,68 0,69	0,32 0,39 0,45 0,50 0,53 0,57 0,61 0,66 0,67	0,30 0,37 0,42 0,47 0,50 0,55 0,60 0,63 0,66	0,35 0,42 0,47 0,52 0,55 0,59 0,62 0,63 0,67	0,32 0,39 0,44 0,49 0,52 0,57 0,60 0,61 0,64	0,30 0,37 0,42 0,47 0,50 0,54 0,58 0,60 0,63	0,32 0,39 0,43 0,48 0,52 0,56 0,59 0,63 0,65	0,30 0,37 0,41 0,46 0,50 0,54 0,57 0,61 0,63

Si se tienen n lámparas, el flujo por lámpara valdrá:

$$\Phi = E_s / n\eta$$

Una vez obtenido el valor de se halla la potencia de la lámpara a utilizar en Watts. .

$$[W = \Phi / \epsilon]$$

ϵ : rendimiento luminoso (lum/watts) que dependen del tipo de lámpara ' "



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Características fotométricas				
Lámparas	Tipo	Potencia (watt)	Flujo luminoso lúmenes, Φ	(ϵ) Eficiencia aproximada (lum./watt)
Incandescentes	Claros	25	230	9,20
		40	430	10,78
		60	730	12,16
		75	960	12,80
		100	1.380	13,80
		150	2.100	14,00
		200	2.950	14,75
		300	4.750	15,83
		500	8.400	16,80
		750	13.200	17,60
1.000	18.800	18,80		
Fluorescentes	Blancas	20	1.100	55,00
		30	2.000	66,66
		40	2.800	70,00
		60	4.200	70,00
		65	4.850	74,61
	105	9.000	85,71	
	Luz día	20 a 65	780 a 4.000	39,00 a 61,69
Vapor de mercurio	Claros	100	3.650	36,50
		175	7.000	40,00
		250	11.000	44,00
		400	20.500	51,25
		700	36.500	52,14
1.000	54.000	54,00		

El coeficiente de eficacia luminosa indica el flujo que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia eléctrica insumida para lograr la misma.

La fórmula que expresa el mismo es la siguiente:

$$\epsilon = \Phi / W$$

Donde:

ϵ : eficacia luminosa (lm/watt)

Φ : flujo luminoso en lumen

W: potencia eléctrica consumida en watts

La máxima eficacia se lograría si se transformase toda la potencia eléctrica en lumínica, pero ello no es posible porque parte de la energía se transforma en calor, por lo que los valores son los que se indican en la tabla siguiente para las lámparas comunes.

Ejemplo:

Eficacia luminosa para una lámpara incandescente de 100 Watts. Según tabla emite un flujo de 1380 lúmenes por lo tanto:

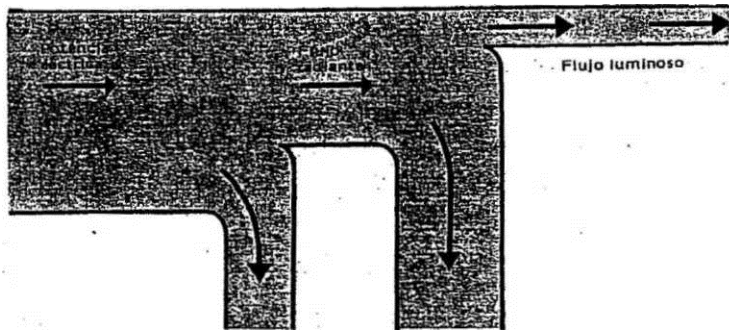
$$\epsilon = \Phi / W = 1380 \text{ lm} / 100\text{W} = 13,8 \text{ lm} / \text{W}$$

Transformación de potencia eléctrica para la producción de luz en una lámpara incandescente.



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

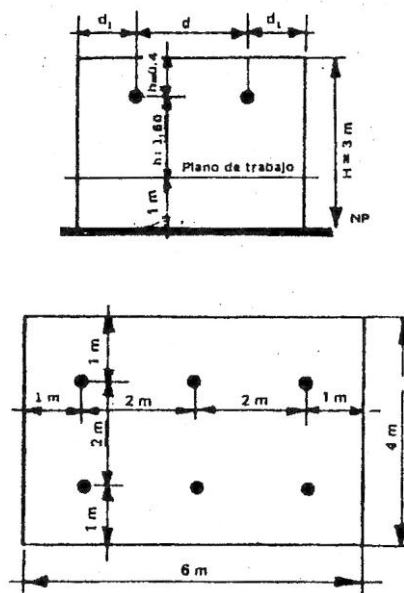


Potanela perotó»

Ejemplo:

Se supone diseñar la iluminación de una oficina administrativa de un establecimiento industrial de 6×4 m, constituida por techo y paredes claras, siendo la altura del local H : 3m, de acuerdo a la figura.

De acuerdo a tabla se estima para este tipo de local una iluminación de 500 lux, sobre un plano de trabajo ubicado a 1m sobre el piso, adoptándose alumbrado directo con luminarias de lámparas fluorescentes.



Distribución de artefactos



Se estiman distancias y alturas que compatibilicen con los valores prácticos indicados precedentemente, determinándose de acuerdo a figura la instalación de 6 artefactos de iluminación.

Así se fija: $d_1 = 1\text{m}$; $d = 2\text{m}$; $h = 1,6\text{m}$; $h_1 = 0,40\text{m}$

Se cumple las relaciones para iluminación directa y paredes claras dado que:
 $d_1 = 0,5d$ $d = 1,25h$ $h_a = 0,25 h$

Rendimiento de iluminación

El índice del local vale para iluminación directa:

$$K = a.b / h(a+b) = 6 \times 4 / 1,6(6 + 4) = 1,5$$

Factores de reflexión:

Se considera, para el local una reflexión de techo 80% y de paredes el 50 %.

De acuerdo a la tabla para artefacto fluorescente de iluminación directa, K 1,5 y los factores de reflexión indicados, el rendimiento del local η_L es de 0,58.

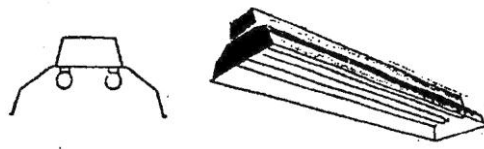
Considerándose el local limpio, puede estimarse el factor de utilización o conservación $f_u = 0,8$. De esa manera, el rendimiento de iluminación η vale:

$$\eta = \eta_L f_u = 0,58 \times 0,8 = 0,46$$

Por tal motivo, considerando que se han proyectado 6 luminarias el flujo luminoso necesario para cada una vale:

$$\Phi = E.S / n \eta = 500 \times 24 / 6 \times 0,46 = 4348 \text{ lúmenes}$$

Considerando que cada tubo de 40 Watts emite 2800 lúmenes, en virtud de la tabla de características fotométricas, se adoptan 2 tubos de 40 Watts en cada luminaria o artefacto de iluminación.



Verificación de resultados en distintas zonas del local

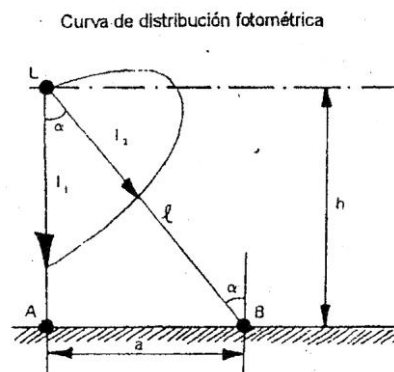


En la figura se representa una lámpara con su respectiva curva fotométrica: que caracteriza la intensidad luminosa en varias direcciones y se supone una superficie determinada colocada a una distancia h .

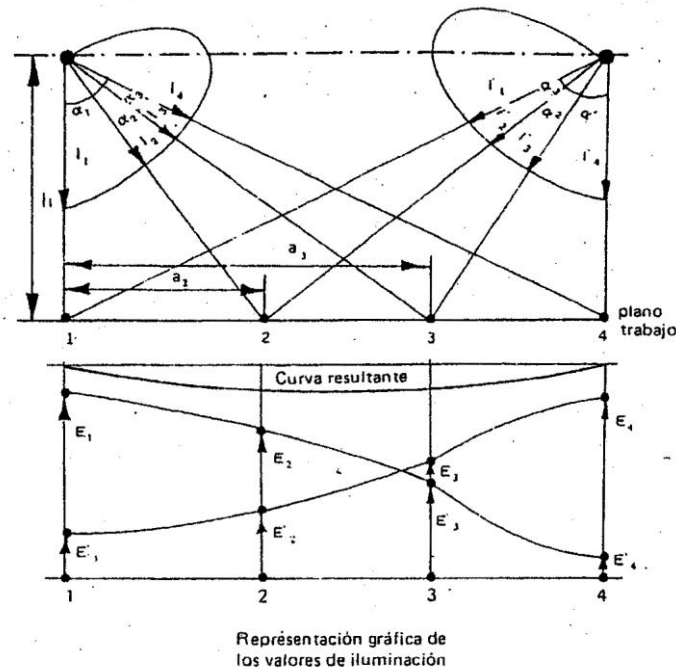
Si la intensidad luminosa en la dirección perpendicular al plano vale I_1 iluminación en el punto A, del plano vale:

$$E_A = I_1 / h^2$$

En el punto B, la intensidad luminosa es I_2 y como el elemento de superficie está inclinado un ángulo α , se tiene, siendo $LB = \ell$



Las expresiones anteriores, permiten determinar la iluminación en cualquier punto del plano de trabajo, pudiéndose trazar curvas de ordenadas E para cada uno de los artefactos. De esa manera, si se representan los valores de los mismos y se los integra, se obtiene la curva resultante de valores de iluminación, tal cual lo indicado en la figura. Es evidente, que la curva resultante ideal es la línea horizontal que representa una iluminación uniforme en el local. Estos cálculos solo se efectúan en el caso de instalaciones especiales, o para una verificación de los resultados de los cálculos indicados precedentemente.



APARATOS DE ALUMBRADO

Lámparas incandescentes:

El funcionamiento de las lámparas que producen luz por incandescencia se basa en el hecho de que un conductor atravesado por una corriente y calentado a una alta temperatura, emite radiaciones luminosas.

Cuanto mayor es la temperatura mayor es la emisión, por lo que se busca aumentar la temperatura de ese conductor hasta tanto el límite de fusión del material lo permita.

La más utilizada y conocida es la lámpara de filamento. Las tres partes principales de la lámpara son: el bulbo, la base y el filamento.

Antiguamente se utilizaba como filamento de carbón (hilos de bambú carbonizados). Actualmente se utilizan filamentos metálicos constituidos fundamentalmente por hilos de tungsteno.

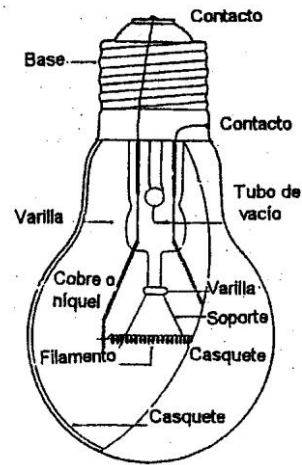
La temperatura del filamento se tiende a aumentar lo máximo posible compatible con su resistencia. Se utiliza entonces el filamento en una ampolla donde se practica vacío agregándose nitrógeno seco u otro gas inerte.

Se construye el filamento en espiral muy apretada, con objeto de disminuir la superficie de dispersión del calor en relación con la longitud del hilo. Generalmente funcionan con una temperatura de 2100 °C con una duración aproximada de 100 a 1500 horas.



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro



Lámparas de descarga eléctrica

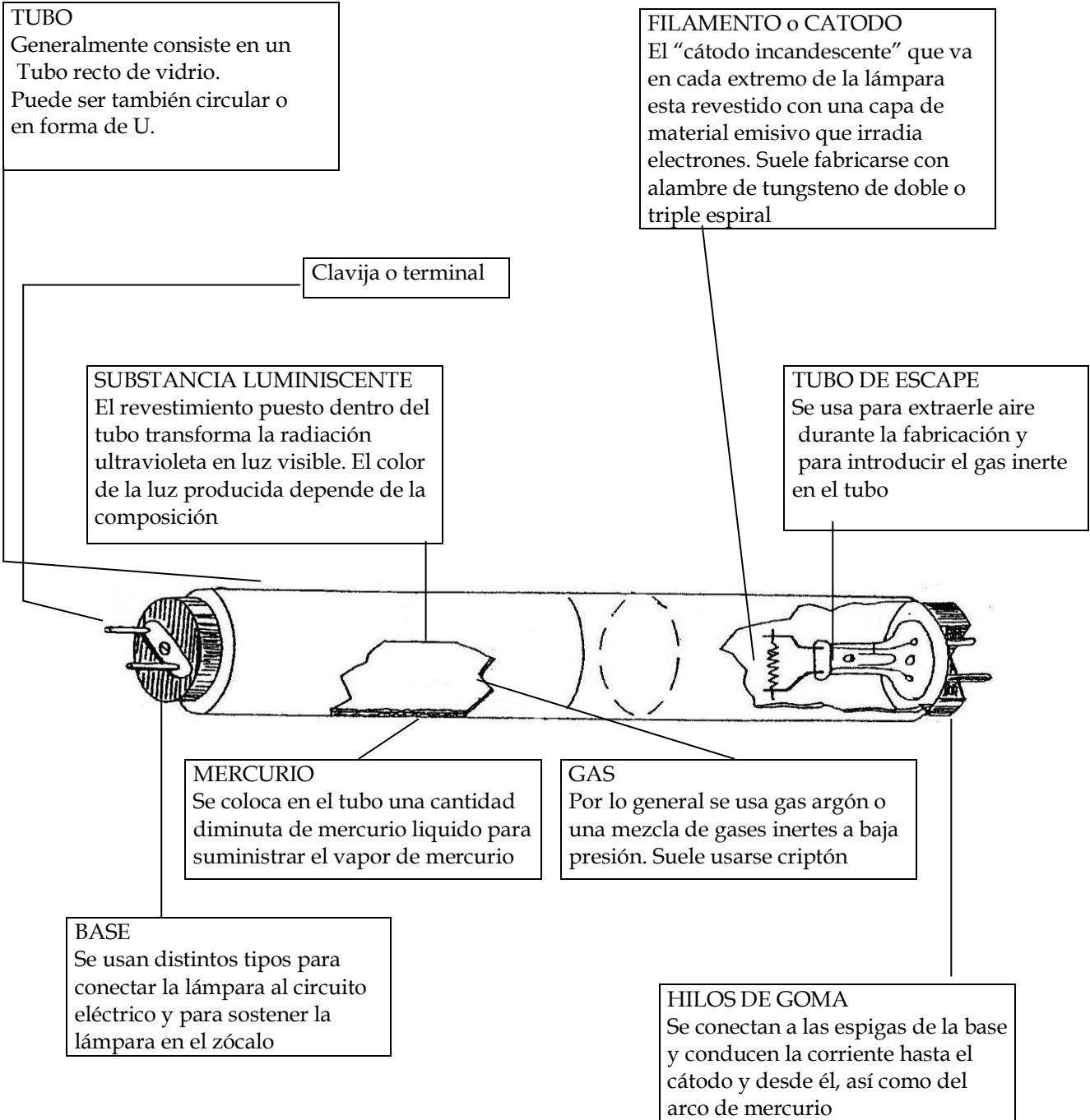
Son aquellas en que la emisión luminosa es producida por el paso de una corriente eléctrica a través de una atmósfera de vapor o gas, en vez de un filamento metálico. Las más utilizadas son las lámparas fluorescentes, pudiéndose mencionar las lámparas de vapor de mercurio o sodio.

Lámparas fluorescentes

Una lámpara fluorescente se compone de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y gas argón, produciéndose una descarga eléctrica entre los electrodos situados en extremos opuestos, la que origina una radiación ultravioleta no visible al pasar a través del vapor de mercurio.

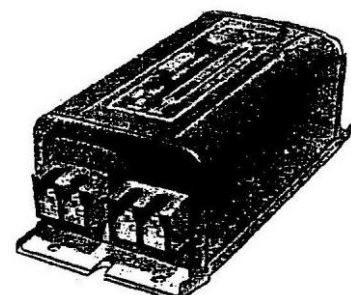
Sin embargo, esa radiación ejerce una intensa acción luminosa sobre ciertas sustancias luminosas llamadas fluorescentes, con la cual se recubre la cara interior de las paredes de los tubos, compuestas por silicato o tungstatos de berilio, cadmio magnesio, etc. |

Como la radiación del mercurio no requiere altas tensiones, se aplica la nominal de la red de 220 volts entre los electrodos, pero ocurre que no es suficiente como para vencer la resistencia inicial en frío de la lámpara y originar la descarga.



Esquema de un tubo fluorescente Y descripción de sus elementos constitutivos

REACTANCIA



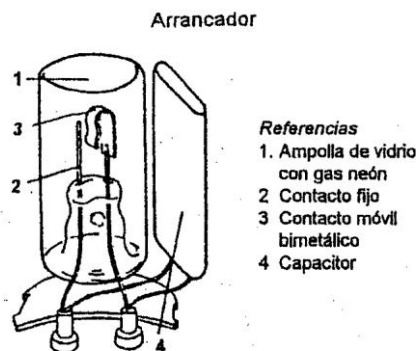


LUMINOTECNIA

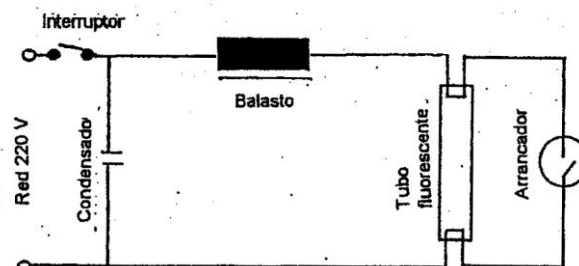
Ing. Fara Alejandro

El problema es resuelto colocando en el electrodo un filamento de tungsteno recubierto de material emisor, que al encenderse se calienta y activa el vapor de mercurio provocando una reducción de la resistencia como para que con la tensión nominal se establezca la descarga en el tubo, a partir de la cual se desconectan los filamentos.

Para la conexión o desconexión de los filamentos se emplea un dispositivo automático denominado arrancador o cebador que consiste en una cápsula dentro del cual hay dos electrodos uno de los cuales es una cinta bimetalica y un gas conductor como el neón, de acuerdo a la figura.



En el primer momento el circuito se encuentra abierto y al conectar la lámpara a la red, se forma un pequeño arco o destello en el arrancador, que dilata el elemento bimetalico, originando la circulación de corriente por los filamentos de los electrodos y produciendo la descarga y encendido de la lámpara, como se indica en el esquema eléctrico. Una vez que se establece la descarga, la corriente circula por el tubo pasando solo un pequeño valor por el bimetalico, la que no llega a producir el arco y al enfriarse se abre el circuito de los filamentos. Si durante el lapso que se mantuvieron conectados los filamentos no se enciende la lámpara, se produce nuevamente el destello y la deformación del bimetalico y se repite el ciclo. Establecida la descarga en el tubo, debido a la elevación de la temperatura, la resistencia que se opone a la descarga es cada vez menor, produciéndose por lo tanto, un aumento progresivo y constante de la intensidad de corriente hasta originar la destrucción de la lámpara. Para evitar ello, se utiliza un dispositivo limitador de corriente llamado reactancia o balasto, que consiste en una bobina que opone una resistencia inductiva al paso progresivo de la corriente, instalado según se detalla en el esquema.



Esquema típico conexión de lámpara fluorescente



La utilización de la reactancia inductiva hace que disminuya el valor de $\cos\phi$ o el factor de potencia de la instalación. Por tal motivo, se coloca un condensador que aumenta el valor del factor de potencia y compensa el efecto mencionado.

Valores de las capacidades para mejorar el factor de potencia de lámparas de descarga fluorescentes	Capacidad del condensador en μF a 50 ciclos por seg
20W	4,5 μF
40W	5,5 μF
65 W	7,0 μF

Efecto estroboscópico

Este efecto consiste en un parpadeo que hace molesta la observación de piezas móviles iluminada por la luz fluorescente producido por la sinusoidal de la corriente alterna, dado que si la corriente es de 50 ciclos por segundo, la misma pasa por cero 100 veces por segundo.

En las lámparas incandescentes este defecto no se nota, dado que la inercia térmica del filamento amortigua esas oscilaciones de la corriente. Sin embargo, en las lámparas fluorescentes la inercia es muy pequeña, de modo que se produce un parpadeo que es tan pequeño que la vista prácticamente no lo detecta, atento a que el ojo humano retiene las imágenes durante un décimo de segundo.

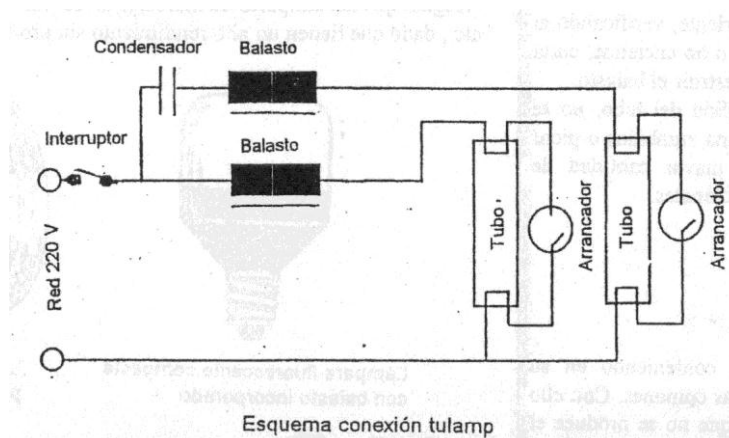
El problema se origina cuando se trata de objetos móviles, dado que esas variaciones descomponen la visión aparente, cuando la velocidad del objeto está sincronizada con la variación lumínica.

Por ejemplo, una sierra circular que gira a un número de vueltas similar con la frecuencia de la corriente, puede dar la sensación de que la misma está parada.

Este efecto denominado estroboscopia, puede ser causas de peligrosos accidentes y si bien hay una atenuación debido a un pequeño resplandor remanente por la acción fluorescente de las sales de los tubos, es necesario adoptar medidas para tratar de eliminarlo.

Uno de los métodos mas comunes de corrección es mediante la conexión tulamp (two-lamp), dos lámparas, que consiste en el empleo de un capacitor o condensador colocado en serie con uno de los tubos, como se muestra en la figura.

De esa manera, uno de los tubos actúa en un circuito inductivo y el otro como capacitivo, produciendo un desfase de la corriente alterna para cada lámpara, lo que hace diferir en el tiempo los puntos de nulidad, atenuándose de ese modo el parpadeo.

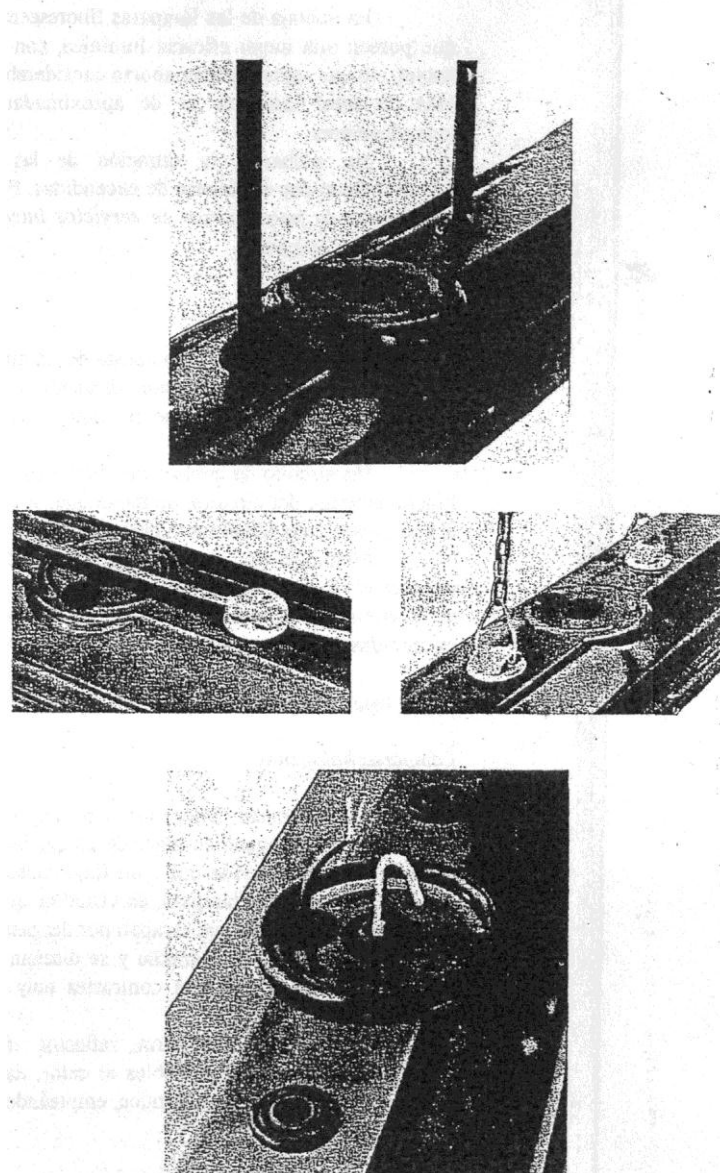


Si el tubo fluorescente ha estado en servicio, durante algún tiempo, la titilación es el indicio de que ha llegado al fin de su vida útil. Al envejecerse, los cátodos pierden su capacidad activa y la resistencia de la



lámpara aumenta hasta un punto que el arrancador y la reactancia no pueden proveer el voltaje suficiente para el arranque, actuando en tal forma el arrancador en forma intermitente. Se distingue por el ennegrecimiento del tubo principalmente en los extremos del mismo.

DETALLES DE MONTAJE DE ARTEFACTOS FLUORESCENTES A LA VISTA



Ventajas e inconvenientes

La ventaja de las lámparas fluorescentes con respecto a las incandescentes es que poseen una mejor eficacia lumínica, con un rendimiento por watt 3 a 5 veces mayor, lo que representa un ahorro considerable de energía y además el promedio de vida de estas lámparas es de aproximadamente 2500 horas, superior que las incandescentes.

Sin embargo, la duración de las lámparas fluorescentes es afectada materialmente por el número de encendidas. Por tal motivo, este tipo de lámparas no se recomienda para utilizar en servicios intermitentes en que se requieran muchos encendidos y apagados.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro	

Balastos electrónicos

El balasto electrónico consta de un circuito de estado sólido que alimenta la lámpara fluorescente con tensión alternada a alta frecuencia. Está compuesto de un: convertidor de frecuencia, que rectifica y filtra la tensión de línea y un oscilador amplificador de potencia.

Un circuito de control monitorea constantemente la corriente, verificando el funcionamiento del circuito, de modo que, si el tubo está fallado ó no enciende, corta el suministro evitando el incremento de temperatura que podría destruir el balasto. .

Mediante este elemento se origina el inmediato encendido del tubo, no se produce el efecto estroboscópico debido a la alta frecuencia, elimina zumbidos o picos de corriente y aumenta el factor de potencia, permitiendo mayor cantidad de encendidos para un mismo tubo comparado con los sistemas tradicionales.

Otros tipos de lámparas

Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas son del tipo incandescente, conteniendo en su interior un gas halógeno en lugar de un gas inerte de las lámparas comunes. Con ello; se logra una mayor vida útil y un flujo constante de luz dado que no se produce el; ennegrecimiento de la lámpara, en virtud de que el gas halógeno absorbe las pequeñas partículas de filamento que escapan por desgaste.

Son de pequeño tamaño y se diseñan de modo de obtener un haz intenso: concentrado, que da lugar a contrastes muy marcados, empleándose generalmente como luz de acentuación.

Algunos modelos con reflector dicróico se emplean para iluminar puntualmente elementos sensibles al calor, dado que el reflector desvía hacia atrás gran parte de la irradiación térmica, empleándose para decoración, vidrieras, museos y exposiciones.

Lámparas fluorescentes compactas

Se emplean lámparas fluorescentes, de diseño compacto y pequeñas dimensiones, con arrancador y balasto electrónico. Incorporado, con zócalos convencionales de modo de reemplazar el mismo espacio a las incandescentes, con las ventajas de mayor capacidad lumínica y vida útil.

Lámparas de mercurio

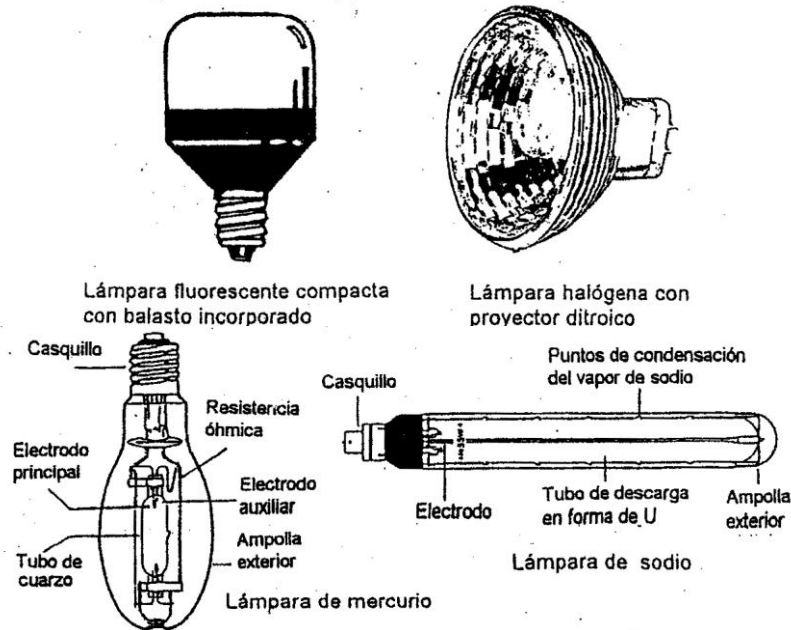
Este tipo de lámparas utiliza mercurio vaporizado por efecto del arco que se establece en la misma.

Se utiliza para alumbrado exterior por el gran rendimiento lumínico que poseen de alrededor de 50 a 60 lúmenes por watt y casi sin brillo

Lámparas de sodio

Consisten en una ampolla dentro del cual se coloca el sodio al estado metálico con neón. Al producirse el arco y vaporizarse el sodio, se produce una luz monocromática de color amarillo.

Al igual que las lámparas de mercurio se utilizan para el exterior, en carreteras, calles, etc., dado que tienen un alto rendimiento sin producir brillo intenso.



Normas de proyecto de las instalaciones de iluminación en viviendas

Son muchos los factores a tener en cuenta para una buena instalación de iluminación de los locales de un edificio y para una correcta elección, debe tenerse en cuenta los colores de los muebles y de las paredes, además del tipo de ambiente y las actividades que allí se realizan.

Para la elección correcta de una fuente de luz son necesarios considerar el tono de luz o temperatura de color y su capacidad de reproducción cromática. El circuito cromático está dividido en colores cálidos como el amarillo, naranja, rojo, o verde amarillento y los fríos, como los verdes, azulados, azul o violeta.

Se define temperatura de color a la temperatura que tendría un cuerpo negro perfecto para emitir luz de un color determinado a una temperatura medida en grados kelvin (K). ($t^{\circ}\text{K} = t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}$).

Por ejemplo si se calienta un trozo de hierro y aumenta su temperatura superficial, se incrementa su energía radiante pasando por toda una gama de colores que va desde el rojo oscuro al naranja incandescente, por lo que, de esa manera, puede establecerse una relación de temperatura y color, que permite una valorización del color de las fuentes luminosas. La temperatura de color permite tener una idea del tono de la luz, pudiendo clasificarse en:

Blanco cálido: temperatura de color menor de 3000 °K, con predominio del rojo, por ejemplo las lámparas incandescentes. Son ideales para locales con iluminancias bajas menores de 300 lux. La temperatura de color de una lámpara de incandescente de 40 W es de aproximadamente 2800 °K, y una de 500W es de alrededor de 3000 °K.

Blanco neutral: temperatura de color de 3000 a 4500 °K, con predominio del amarillo, como algunos tubos fluorescentes. Para locales con iluminancias medias de 300 a 500 lux.

Blanco frío: temperatura de color de mas de 4500 °K con predominio del azul y del tipo luz día que se aproxima a la luz natural con temperaturas de color de 6500 °K. Se emplean para locales con iluminarias altas de 500 a más de 1000 lux.

La capacidad de reproducción cromática es otro de los factores que permite evaluar la capacidad de reproducir los colores que presenta una lámpara. La luz blanca se compone de la suma de todos los colores del espectro visible y cuando ella incide sobre un objeto cualquiera, éste absorbe todos los colores, reflejando el propio.

Una flor azul, por ejemplo, absorbe todos los colores reflejando el azul que es su color, pero si se utiliza una lámpara incandescente, al no contener todos los colores en la misma proporción, puede ocurrir que produzca cierta distorsión o atenuación del color.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro	

La luz incandescente resalta los colores cálidos, mientras que tiende a disminuir los tonos fríos, tornándolos grisáceos o verdosos. Si por el contrario el ambiente debe ser altamente luminoso se debe emplear lámparas fluorescentes o del tipo luz día.

La iluminación debe concordar con la tonalidad dominante del ambiente no desvirtuando el efecto cromático que se quiere lograr, influyendo en la elección del decorado y los gustos personales del usuario. El color incide en el rendimiento lumínico, por ejemplo los cielorrasos blancos reflejan un 80%, las paredes marfil un 70%, mientras que los colores oscuros de un 10 a un 30%. El negro un 5%. Aprovechando esa particularidad, se emplea en edificaciones antiguas el fenómeno óptico de pintar el cielorraso color oscuro, mientras que las paredes de color claro hasta una altura de 2,60 m. El resto, incluso el cielorraso se lo pinta de color oscuro, haciendo incidir la luz sobre las paredes claras con una perfecta reflexión, produciendo de esa manera, la sensación que la altura del local ha disminuido. En estos casos conviene resaltar las paredes con focos, de modo que la parte superior del ambiente quede en penumbras, dando la sensación de bajar la altura del local, destacándose además el diseño del revestimiento de las paredes. Si los techos son demasiado bajos, el efecto inverso al anterior se obtiene dirigiendo los focos hacia arriba, dando la sensación que los cielorrasos se encuentran a mayor altura. Para ensanchar un local demasiado estrecho o dar profundidad a un cuarto pequeño, conviene iluminar profundamente una de las paredes más largas. Otra forma de dar una sensación de amplitud es colocar luces al ras del suelo.

Cuando el espacio es muy amplio, conviene dividir la iluminación en sectores localizados por el uso. De esa manera, cada espacio adopta una característica definida, dando la sensación que el ambiente se encuentra dividido.

Otra de las consideraciones a tener en cuenta es evitar el deslumbramiento, ya sea no colocando los artefactos en la línea de la visual o evitando que en forma indirecta se produzca por la utilización de superficies o revestimientos brillantes.

En general, se necesita un balanceado uso de los claros oscuros, con una adecuada y racional distribución de luces y sombras. No es conveniente utilizar gran cantidad de contrastes, ni destacar los rincones y diversos elementos con la misma intensidad lumínica, dado que por competencia los efectos se anulan entre sí.

La visión realiza siempre un camino determinado, pasa de las sombras a zonas de mediana iluminación, hasta llegar a los lugares de máxima luminosidad. De esta forma, se existen grandes contrastes, la vista se cansa y busca sombras para el descanso, por lo que no se logra el objetivo de hacer observar lo que se ha querido mostrar.

Además, es importante tener en cuenta en el proyecto, que la luz artificial debe complementarse con la natural, para poder en esa forma unificar la disposición del mobiliario y consecuentemente las actividades que se desarrollan en el local. Por ello, debe estudiarse con detalle la ubicación y características de ventanas, puertas, ventiladores, claraboyas, etc.

A continuación se analiza en particular las características de iluminación que se requiere para cada caso particular en viviendas.

Living comedor

El living comedor es el centro de la vivienda utilizándose ya sea para reuniones, para descanso, leer, ver televisión, etc., debiéndose adecuar la iluminación a las diversas actividades que se realizan.

Sobre la mesa del comedor se recomienda un nivel aproximado de 300 lux, siendo conveniente en este caso luz directa e incandescente, ya que esta brinda un nivel adecuado de iluminación con calidez, realzando los colores, características del mantel, vajilla, vestidos y características de los alimentos.

La distancia aconsejable de los artefactos a la mesa se considera de 70 a 80 cm, consiguiéndose de esa forma una correcta distribución de la iluminación, sin producir encandilamiento, con una adecuada visión de los comensales. La fuente de luz debe estar apantallada para evitar deslumbramientos.

El living o zona de estar en el ambiente de la casa donde se debe diseñar la iluminación teniendo en cuenta los valores estéticos y decorativos, ya sea tapizados, alfombras, cuadros, muebles, etc., creando de esa forma, un ambiente adecuado con el gusto del ocupante.



Cuando se observa televisión no se debe dejar la habitación completamente a oscuras, ya que el excesivo contraste entre la claridad de la pantalla y el entorno cansa la vista. Por ello se debe iluminar el entorno con una luz que no produzca reflejos y no deslumbrar.

Para la iluminación de paredes texturadas, rincones con plantas, esculturas o elementos de adornos, conviene emplear artefactos de luz rasante, utilizando luz dirigida cuando se quiere obtener un mayor resalte.

En el caso de cuadros debe tenerse en cuenta las características de su superficie, no siendo conveniente la luz rasante en caso de superficies muy texturadas, debido a que el realce provocado será excesivo dificultando la visión. Una manera conveniente de iluminar cuadros, es mediante luces que incidan sobre la totalidad de la superficie, permitiendo el acercamiento del observador, sin que le moleste la proyección de su propia sombra.

Por supuesto, deben analizarse en el living las áreas de tareas específicas como el caso de la zona de lectura en la que debe tratarse que las luces incidan directamente a fin de satisfacer dichas necesidades, evitando un círculo luminoso muy estrecho dado que pueden aparecer grandes contrastes entre el libro y el entorno.

Pueden utilizarse luminarias que irradian su luz hacia abajo y que estén situadas detrás del lugar de lectura. En el caso de plantas interiores si están lejos de las ventanas, se recomiendan luminarias especiales del tipo fluorescentes compactas, dado que las incandescentes irradian calor.

Dormitorio

Estos locales necesitan dos tipos de iluminación, una general suave u difusa para todo el local y otra localizada a la cabecera de la cama.

Debe tenerse en cuenta la posibilidad de crear sectores particularizados para estudio, lectura, maquillaje, etc. Las lámparas de luz direccional para estos casos, deben estar aproximadamente de 50 a 70 cm sobre el lugar de trabajo.

Escritorio

Es necesaria una adecuada iluminación general, homogénea y libre de sombras en las superficies de trabajo. Las zonas luminosas pueden diferenciarse para diversas actividades pudiéndose fijar una iluminación de 750 a 1000 lux para dibujo, 500 lux para escribir y de 300 lux para el caso de computadoras, siendo conveniente las luminarias orientables a fin de amoldarlas a las diferentes necesidades.

Para evitar reflejos molestos sobre la superficie de trabajo, la luz solo debe venir de uno de los lados, generalmente del lateral izquierdo para la mano derecha; evitando de esa manera molestas sombras. Para el caso de computadoras el espacio próximo a la pantalla debe contar con iluminación tenue, evitando deslumbramientos y reflejos

Cocina

Es conveniente en estos casos la luz fluorescente dado que no origina sombras siendo su distribución uniforme. Es importante que la luminaria sea hermética para evitar la entrada de vapores, insectos y facilitar la limpieza.

En cocinas con azulejos decorados o revestimientos de la misma característica, es conveniente utilizar la luz incandescente cuando se quiere obtener un realce de los mismos, dando un mejor efecto volumétrico y de resalte de sombras.

Es fundamental una adecuada iluminación sobre la mesada de la cocina, debiendo la luz abarcarla completamente, sin producir contrastes acentuados ni encandilamientos. Se utilizan artefactos embutidos bajo los muebles colgantes, debiendo en estos casos emplearse iluminación fluorescente para evitar disipación de

Baño



Se usa en general una luz homogénea tenue y difusa en todo el local con buena reproducción cromática,¹ como la luz incandescente y una eficiente iluminación sobre el, lavatorio. No se recomienda en estos locales la luz fluorescente debido a que por sus características no es conveniente para el arreglo personal dado que puede producirse distorsión de colores y, además porque está sometida a continuos encendidos debido a la característica de funcionamiento de este local.

La luz sobre el tocador se recomienda ubicarla alrededor del espejo, para evitar la formación de sombras o. deslumbramientos que afecten la visión.

Pasillo y palier

Deben iluminarse con luz tenue y difusa, empleándose luz incandescente, pues al ser área de circulación necesitan un permanente y continuo encendido.

Jardines y exteriores

El tipo de luz a emplear dependen fundamentalmente de las actividades que se realizan en los mismos, así como los valores estéticos de fachadas, ornamentaciones del, jardín o iluminación apropiada para facilitar el acceso al edificio, debiéndose reconocer fácilmente escaleras, umbrales, escalones, etc.

No es conveniente una iluminación muy grande, para evitar deslumbramientos o grandes contrastes, debiéndose efectuar un adecuado análisis de las sombras cuando se quiera resaltar objetos y lograr sensaciones de volumen.

Los letreros, identificaciones y caminos requieren una buena iluminación para facilitar la orientación de los visitantes, siendo conveniente para una distribución equilibrada una iluminación sobre la parte superior de las puertas de entrada.

En cuanto a los artefactos a emplear, debe tenerse muy en cuenta la acción de la intemperie, debiendo en lo posible ser herméticos o de diseño que no permita el ingreso de insectos normalmente atraídos por la luz. Debe tenerse cuidado con los artefactos enterrados en el suelo para evitar riesgos, así como el uso de cables de adecuado revestimiento contra la humedad y la acción exterior.

Para la iluminación de follajes se pueden colocar lámparas enterradas en el suelo, las cuales mediante luz rasante realizará los volúmenes de dichas plantas. Las lámparas de mercurio son las que mejor se adaptan para la iluminación de exteriores debido a su gran rendimiento y su característica de resaltar el color verde de las plantas.

Iluminación de emergencia

En todo establecimiento industrial o comercial, edificios públicos, sanidad, transporte, hoteles, espectáculos, etc., donde se realicen actividades en horario nocturno o que cuenten con lugares de trabajo que no reciben luz natural, se exige que deben contar en forma obligatoria con un sistema de luz de emergencia que se encienden automáticamente en caso de corte de la energía eléctrica de la red de suministro.

Los equipos de iluminación de emergencia se compone de una batería con su cargador, un sistema de conmutación y las luminarias, pudiendo ser del tipo central con varias luminarias conectadas a un sistema común o artefactos individuales.

Es necesaria la iluminación de emergencia en las rutas de escape de incendio y en todos los medios de acceso como corredores, escaleras y rampas, así como los medios de circulación y estadía pública. Las luminarias se ubican cerca de cada puerta de salida, intersección de pasillos, cajas de escaleras, bifurcaciones, etc.

La iluminación sobre el nivel del piso no debe ser inferior a 1 lux y en los lugares como escaleras, cambios bruscos de dirección, codos, puertas, etc., el nivel mínimo de iluminación debe ser de 20 lux medidos a 0,80m del solado, colocándose en general tubos fluorescentes de 15 Watt cada 5 a 6 metros aproximadamente. El periodo de funcionamiento debe ser el adecuado para la total evacuación del edificio, no inferior a 1,5 horas, y la tensión de las luces normalmente es de 12 o 24 Volts de cc

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro	

NORMAS DE PROYECTO, INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

Normas para la ejecución de planos

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina establece que se las instalaciones eléctricas se deben realizar con la existencia previa de un proyecto que debe consta de planos y memoria técnica, firmado por un profesional con incumbencias y/o competencias específicas.

Salvo distintas exigencias de la autoridad de aplicación correspondiente, como guía de contenidos mínimos considerados imprescindibles, todo proyecto debe incorporar los siguientes aspectos:

- Plano o croquis de la instalación; con indicación de la superficie de cada ambiente; las canalizaciones con sus medidas, cableados y circuitos a los que pertenecen; ubicación y destino de cada boca. Ubicación de la toma de tierra y canalización del conductor de puesta a tierra.
- Síntesis del proyecto de la instalación incluyendo los datos que permitan individualizar demanda de potencia, grado de electrificación, superficie total, cantidad y destino de los circuitos, secciones de los conductores, corrientes de proyecto, corriente presunta de cortocircuito en el punto de suministro y cantidad de bocas con su distribución ambiental. r
- Esquema mutillar de los tableros, incluyendo las características nominales y de accionamiento de los dispositivos de maniobra" y protección, tales como corriente asignada, curva de actuación, capacidad de ruptura. Sección de las líneas: principal, seccionales, de circuitos y de los conductores de protección; identificación de los circuitos derivados y corrientes de cortocircuito de cálculo en cada tablero.
- Listado de materiales de la instalación, indicando: marca de materiales, tipos normativos y si correspondiera, forma de acreditación de la conformidad con normas.

ALUMBRADO DE INTERIORES

Sistemas de alumbrado da interiores

En el alumbrado da interiores existen tras sistemas relacionados con la distribución de la luz sobre el área a iluminar. Estos tres métodos son los siguientes:

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS</p> <hr/> <p>LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro</p>	 FACULTAD DE INGENIERIA EN ACCIÓN CONTINUA...
---	---	--

Alumbrado general

Se Denomina de esa forma al alumbrado en el cual el tipo de luminaria, su altura de montaje y su distribución se determinan de forma que se obtenga una Iluminación uniforme sobre toda la zona a luminar.

La distribución luminosa más normal se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas. A veces cuando se emplean lámparas fluorescentes puede resultar una colocación de luminarias en líneas continuas.

Este sistema de alumbrado presenta la ventaja de que la iluminación es independiente de los puestos de trabajo, por lo que éstos pueden ser dispuestos o Cambiados en la forma que se dese. Tiene el inconveniente de que la iluminancia media proporcionada debe corresponder a las personas que precisen mayor iluminación (ancianos, que su trabajo requieran niveles más altos (Figura 20-1 vé3se en página 248).

Alumbrado general localizado

Consiste en colocar las luminarias de forma que además de proporcionar una iluminación .general uniforme, permita aumentar el nivel de las zonas que lo requieran, según el trabajó en ellas a realizar. Presenta el inconveniente de que si se efectúa un cambio-de dichas zonas hay que reformar la instalación dé alumbrado (Figura 20-2; véase en pagina 248).

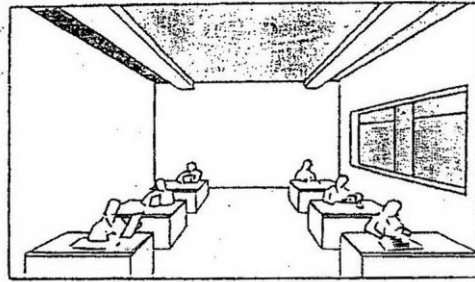
Alumbrado localizado

Consiste en producir un nivel medio de iluminación general más o menos moderado y colocar un alumbrado directo para disponer de elevados niveles medios de iluminación en aquellos puestos específicos de trabajo que lo requieran. (Figura 20-3)

Para eliminar todo lo posible las molestias continuas y fuertes adaptaciones visuales que lleva consigo este sistema de alumbrado, debe existir una relación entre el nivel de iluminación de la zona de trabajo y el nivel de iluminación general del local cuyos valores se dan en la tabla 20-1

En el estudio de todo alumbrado debe determinarse para cada caso cual de los tres sistemas citados es el más conveniente.

La experiencia ha demostrado que un alumbrado general en locales destinados



◀ Fig. 20.1.
Aluminado general.

Fig. 20.2
Aluminado general
localizado.

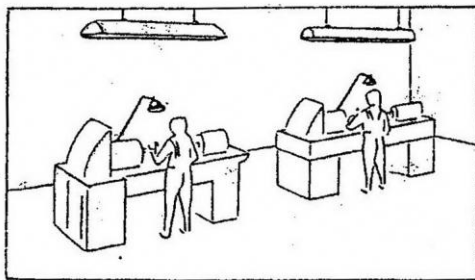
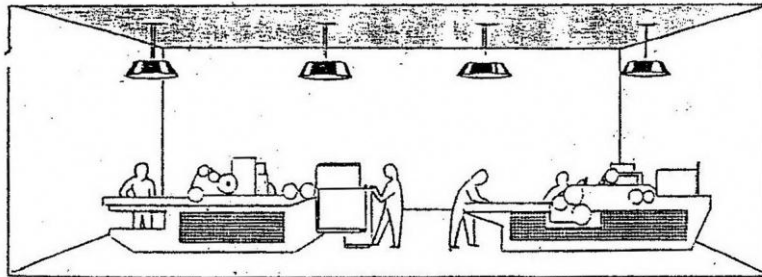


Fig. 20.3.
Aluminado
localizado.

dos a oficinas, talleres, etc. proporciona las mejores condiciones de visibilidad, dando al ambiente un efecto sereno y armonioso, siendo por ello preferida.

Los alumbrados. general localizado y localizado, van siendo un tanto desusados debido a la evolución de las lámparas de descarga eléctrica, pues al ofrecer éstas un elevado rendimiento luminoso, los altos niveles requeridos para los mismos se alcanzan de forma económica con una iluminación general. Por ello los alumbrados, general localizado y localizado, han quedado limitados a aquellos casos en que los lugares de trabajo, por estar desfavorablemente situados, el alumbrado general no es económicamente aconsejable.

20.2 Cálculo de un alumbrado interior por el método del rendimiento de la iluminación

Para el cálculo de un alumbrado interior debe partirse de los datos fundamentales relativos a:

O Tipo de actividad a desarrollar.

Q Dimensiones y características físicas del local a iluminar.

Conocidos estos datos se puede fijar la iluminancia media a obtener y las condiciones de calidad que debe cumplir el alumbrado de acuerdo con los factores que influyen en la visión tratados en el capítulo 8, para llegar a determinar el tipo de luminaria y la clase de fuente de luz más adecuadas, el sistema de alumbrado más idóneo y la distribución más conveniente.

Con los datos anteriores se efectúan los cálculos correspondientes para hallar el flujo luminoso necesario y fijar respecto al mismo la potencia de las lámparas, el número de puntos de luz y la distribución de las luminarias.

El flujo luminoso total necesario se calcula aplicando la fórmula:

$$\Phi_T = E_m \times S/\eta \times f_c$$



En la cual:

Φ_T = Flujo luminoso total necesario (lúmenes)

E_m = Iluminancia media (lux)

S = Superficie a iluminar (m²)

η = Rendimiento de la iluminación

f_c = Factor de conservación de la instalación

La iluminancia media se fija de acuerdo con la actividad a desarrollar, generalmente según tablas confeccionadas con arreglo a los factores que influyen en la visión, a los cual es se hizo referencia en 8.2. En la tabla 20-2 se indican las luminancias medias recomendadas para el alumbrado de Interiores en función de la clase y lugar da trabajo.

b) Rendimiento de la iluminación (η)

El rendimiento da la iluminación depende de dos factores principales:

- Rendimiento del local η_R
 - Rendimiento de la luminaria η_L
- entre ellos existe la siguiente relación:

$$\eta = \eta_L \times \eta_R$$

El rendimiento del local dependa de las dimensiones de éste y de los factores de reflexión del techo .p1. paredes p2 y suelo p3. (véase tabla 20-3), y de la forma de distribución de la luz por la luminaria (curva fotométrica)

El rendimiento de la luminaria depende de sus características constructivas y también de la temperatura ambiente del local cuando se trata de luminarias para lámparas fluorescentes normales (véase 18.10).

Tanto la curva fotométrica como el rendimiento de la luminaria debe ser proporcionado por el fabricante de ésta.

La influencia de las dimensiones del local en el rendimiento del mismo, viene dada, por un índice que las relaciona, llamado índice del local K, según las fórmulas:

$$K = a \times b / h (a + b) \quad \text{Para luminarias desde la A1 a la C4 de la tabla 20-4 (páginas 266 a 268).}$$

$$K = 3 a \times b / 2h' (a + b) \quad \text{Para luminarias desde la D2 a la E3 de la tabla 20-4 (páginas 266 a 268).}$$

a y b = Dimensiones de la superficie rectangular del recinto (véase figura 20-4 página 251).

h = Distancia entre el plano de trabajo (0,85 m sobre el suelo) y las luminarias.

h' = Distancia entre el plano de trabajo (0,85 m sobre el suelo) y el techo.

La tabla 20-4(página 266 a 263) corresponde a los valores de los rendimientos del local. η_R calculados, teniendo en cuenta los factores anteriormente expuestos, para las curvas de distribución simétrica de la intensidad luminosa según DIN 5040 representadas en la figura 20-5 (página 252) y para diferentes combinaciones de los factores de reflexión del techo, paredes y suelos del local, tomando como base una distribución regular de las luminarias según se indica en la figura 20-4 (página 251).

c) Factor de conversión (f_c)



El factor queda determinado por la pérdida del flujo luminoso de las lámparas, debida tanto a su envejecimiento natural como al polvo o suciedad que puede depositarse en ellas, y a las pérdidas de reflexión o transmisión de la luminaria por sus mismos motivos.

Los valores del factor de conservación oscilan entre el 0,50 y el 0,80. El valor más alto corresponde a instalaciones situadas en locales limpios, efectuadas con luminarias cerradas y lámparas de baja depreciación luminosa, en los que se efectúan limpiezas frecuentes y reposiciones de lámparas totales o por grupos, mientras que el valor más bajo corresponde a locales polvorientos o sucios con un deficiente mantenimiento de la instalación de alumbrado.

d) Número de puntos de luz (N)

El número de puntos de luz, respectivamente de luminarias, se calcula dividiendo el valor del flujo total necesario por el flujo luminoso nominal de la lámpara o lámparas contenidas en una luminaria.

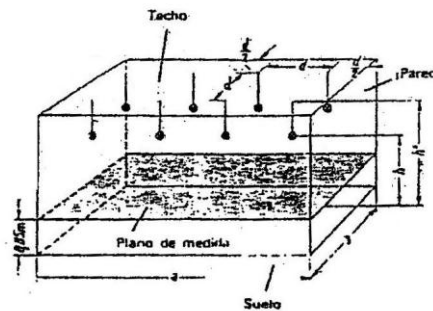


Fig. 20.4.
Esquema de un recinto interior con medidas prefijadas.

$$N = \Phi_T / \Phi_L$$

siendo:

N = Número de puntos de luz o luminarias

Φ_T = Flujo luminoso total necesario

Φ_L = Flujo luminoso nominal de las lámparas contenidas en una luminaria.

De la fórmula anterior se deduce que para un mismo flujo luminoso total, el número de puntos de luz disminuye a medida que aumenta el flujo luminoso de cada luminaria. Es lógico pensar que si se utilizan luminarias dotadas con lámparas de elevado flujo luminoso, se consigue el mismo flujo total con menor inversión económica, pero hay que tener también en cuenta que al disminuir el número de puntos de luz, la uniformidad media de la iluminación será menos efectiva, ya que tendrá que existir una mayor separación entre ellos para su distribución regular dando lugar a zonas intermedias con menor iluminación.



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

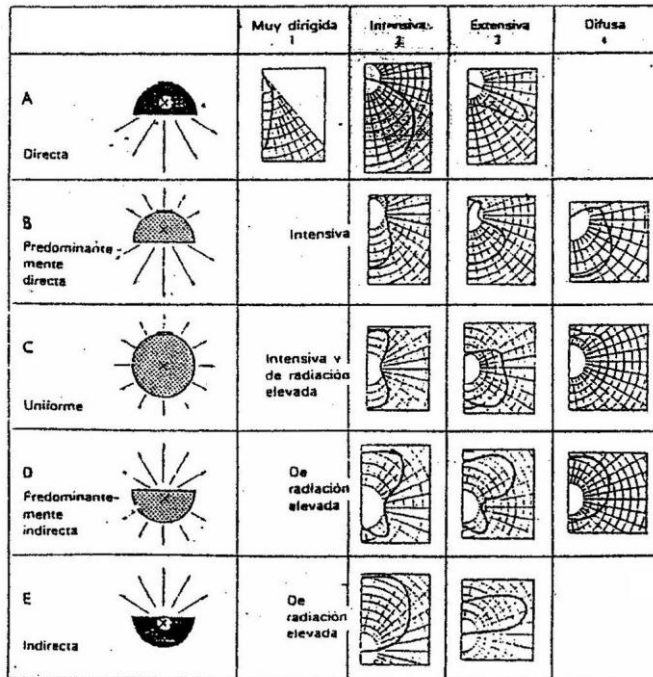


Fig. 20.5. Curvas de distribución simétrica de la intensidad luminosa según DIN 5040 (Con luminarias para lámparas fluorescentes y similares, se toma como base la curva de valor medio de la respectiva luminaria).

La uniformidad media se determina por un factor que relaciona la iluminancia mínima con la iluminancia media de la siguiente forma:

$$f_{u,m} = E_{med} / E_{min}$$

Para conseguir una uniformidad media aceptable a la vez que un mínimo riesgo de deslumbramiento, las luminarias han de distribuirse manteniendo siempre una determinada altura h sobre el plano de trabajo y la correspondiente distancia d entre las mismas.

e) Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo (h)

La altura que debe tomarse para las distintas clases de iluminación viene dada por las siguientes relaciones:

Altura mínima: $h = (2/3)h'$

Altura aconsejable: $h = (3/4)h'$

Altura óptima : $h = (4/5)h'$

En el caso de iluminación indirecta y semi-indirecta no debe superarse el valor correspondiente a la altura óptima.

f) Distancia entre luminarias (d)

La distancia -entre luminarias está en función de la altura h sobre el plano de trabajo. Según sea el ángulo de apertura del haz de la luminaria, habrán de tomarse diferentes distancias. Estas distancias son:

Para luminarias con distribución intensiva $d = < 1,2 h$



Para luminarias con distribución semi-intensiva o semi-extensiva $d \leq 1,5 h$

Para luminarias con distribución extensiva $d \leq 1,6 h$

La selección del tipo de luminaria con respecto a la altura del local se hace de la siguiente forma:

<u>Altura del local</u>	<u>Tipo de luminaria</u>
hasta 4 m	Extensiva
de 4 a 6 m	Semi-extensiva
de 6 a 10 m	Semi-intensiva
más de 10 m	Intensiva

EJEMPLOS DE CALCULOS DE ALUMBRADO DE INTERIORES

Alumbrado general de oficina con cometido visual normal

Datos:

Dimensiones:	
Longitud del local	a=20m
Anchura del local	b=8m
Altura sobre el plano da trabajo.	$h = H - 0,85 = 3 - 0,85 = 2,15 \text{ m}$
Color del techo	Blanco (techo acústico)
Color de las paredes	Gris claro
Color del suelo	Rojo oscuro
iluminancia media E_m (según tabla 20-2)	500 lux

Tipo de luminaria

Semi-intensiva empotrable con difusor de lamas transversales de aluminio, para 2 lámparas fluorescentes de 40 W.

Curva de distribución luminosa A 1.2. (según tabla 20-4).

Tipo de lámpara

OSRAM-Fluorescente Normal L40W/20 (Blanco Frió)

Flujo luminoso de la lámpara

$\Phi_L = 3.200 \text{ lm}$

Cálculos:

Índice del local $K = a \cdot b / h(a + b) = 20 \times 8 / 2,15(20 + 8) = 60,2 = 2,66$

Factores de reflexión (según tabla 20-3)

Techo	$p_1 = 0,5$
Paredes	$p_2 = 0,3$ (menor que en tabla por las ventanas)
Suelo	$p_3 = 0,1$

Rendimiento del local (según tabla 20-4)

$\eta_R = 0,84$ Interpolando entre $K = 2,5$ y $k = 3$)

Rendimiento da la luminaria

$\eta_L = 0,86$ "(Dato facilitado por el fabricante)

Rendimiento de la iluminación



$$\eta = \eta_R \eta_L = 0,84 \times 0,86 \approx 0,72$$

Factor de conservación

$$f_c = 0,75 \text{ (Previendo una buena conservación)}$$

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi = E_m \cdot S / \eta f_c = 500 \times 160 / 0,72 \times 0,75 = 148.148 \text{ lm}$$

Número de puntos de luz respectivamente de luminarias

$$N = \Phi_T / \Phi = 146,148 / 3200 \times 2 = 148.148 \text{ lm} / 6.400 = 23,1$$

Tomamos 24 para su mejor distribución

Figura 20-6 (pag257) Las distancias entra ejes de luminarias cumplen con el valor dado en f) para $d < 1,5 h$. De esta forma se consigue una buena uniformidad.

Alumbrado de un taller metalúrgico

Datos del local

Longitud	$a = 50 \text{ m}$
Anchura	$b = 18 \text{ m}$
Altura	$H = 12 \text{ m}$
Altura máxima de la grúa	$= 8 \text{ m}$
Color del techo	$= \text{Gris semioscuro}$
Color de las paredes	$= \text{Hormigón claro}$
Color del suelo	$= \text{Madera oscura}$

Iluminancia media

$$E_m = 250 \text{ lux (según tabla 20-4)}$$

Tipo de lámpara

Vapor de mercurio a alta presión, color corregido, HOL 40D VV como más apropiada por su alto rendimiento luminoso. larga vida y color de luz.

Flujo luminoso de la lámpara $\Phi_l = 23.000 \text{ lm}$

Sistema de alumbrado

Directo, como más adecuado para locales industriales de gran altura.

Tipo de luminaria

Intensiva con reflector da aluminio anodizado, por ser la altura del local mayor de 10 m (véase f). Curva de distribución luminosa Al .1 (según tabla 20-4)

Altura de las luminarias

Tomando una altura del plano de trabajo sobre el suelo de 0,85 m, tendremos:

$$h' = H - 0,85 = 12 - 0,85 = 11,15 \text{ m}$$

$$\text{Altura mínima} \quad h = 2/3 h' = 2 \times 11,15 / 3 = 7,43$$

$$\text{Altura aconsejable} \quad h = 3/4 h' = 3 \times 11,15 / 4 = 8,36$$



$$\text{Altura óptima} \quad 4/5 = 4 \times 11,15/5 \quad = 8,92$$

Tomamos una altura de $h = 8,5$ m con la cual las luminarias quedarán por encima del puente grúa y el mantenimiento de las mismas se podrá hacer directamente desde ésta.

Índice del local

$$K = a \cdot b / h(a+b) = 60 \times 18 / 8,5(60 + 18) = 1,63$$

Factores de reflexión

Techo	$p_1 = 0,3$	
Paredes	$p_2 = 0,3$	(Según tabla 20-3)
Suelo	$p_3 = 0,1$	

Rendimiento del local

$$\eta_R = 0,8 \text{ (Interpolando entre } K = 1,5 \text{ y } K = 2 \text{ de la tabla 20-4)}$$

Rendimiento de la luminaria

$$\eta_L = 0,78 \text{ (Dato facilitado por el fabricante)}$$

Rendimiento de la iluminación

$$\eta = \eta_R \cdot \eta_L = 0,8 \times 0,78 = 0,624$$

Factor de conservación

$$f_c = 0,6 \text{ (Previendo una conservación aceptable)}$$

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_T = E_m \cdot S / \eta \cdot f_c = 250 \times 1.080 / 0,624 \times 0,6 = 721.153 \text{ lm}$$

Número de puntos de luz

$$N = \Phi_T / \Phi = 721.153 / 23.000 = 31$$

Tomamos 30 puntos de luz para su mejor distribución.

Distribución de los puntos de luz

Según se indica en la figura 20-7.

Las distancias entre puntos de luz cumplen con el valor dado en f), $d \leq 1,2 h$, que asegura una buena uniformidad



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

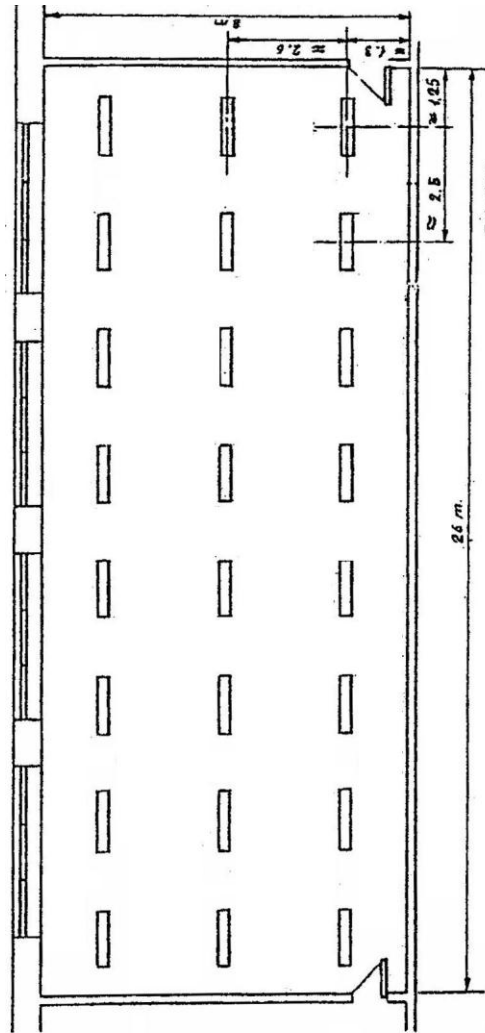


Fig. 20.6. Distribución de luminarias para el alumbrado general de una oficina de administración.



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

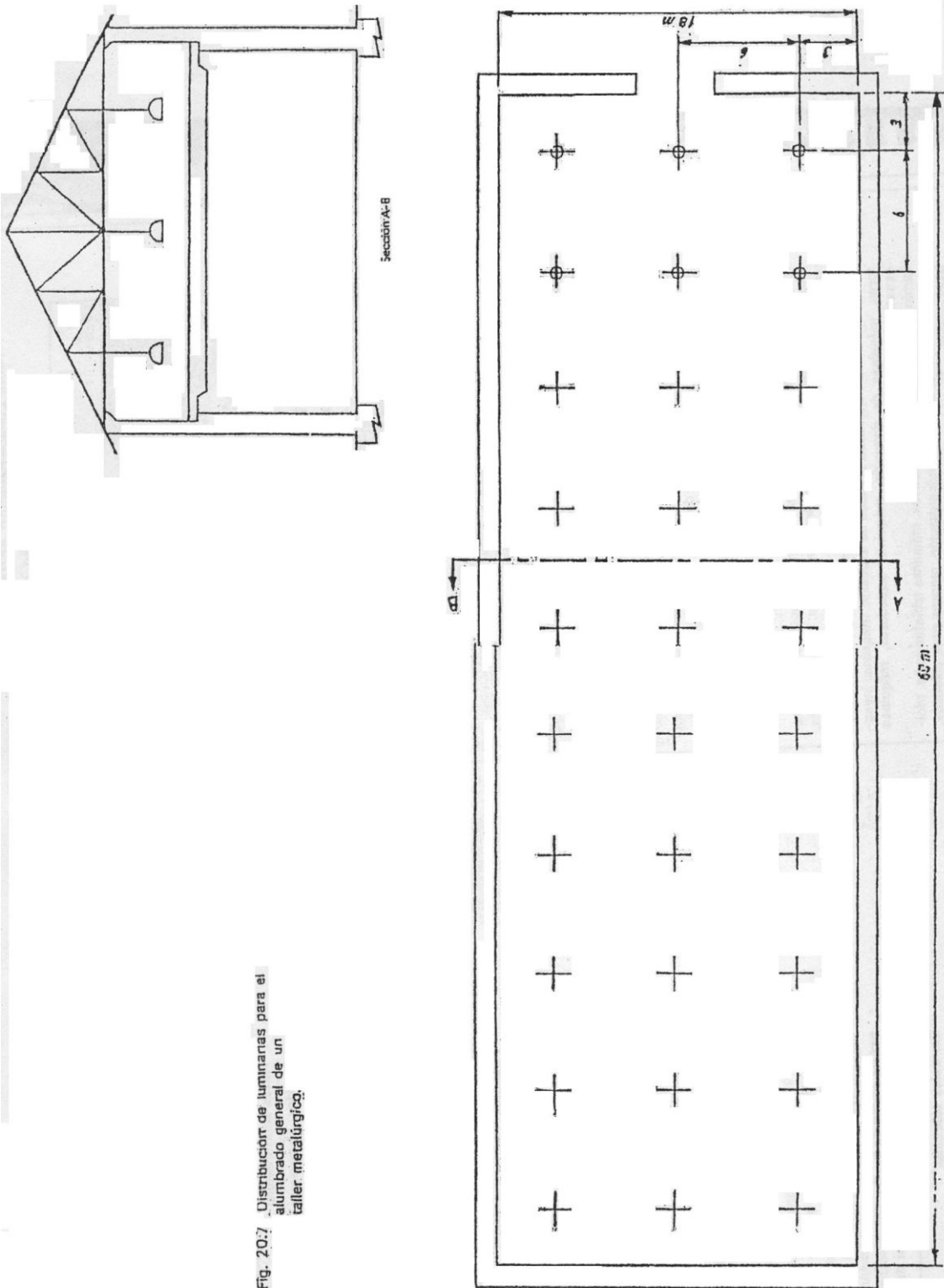


Fig. 20.7. Distribución de luminarias para el alumbrado general de un taller metalúrgico.



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS	 <small>FACULTAD DE INGENIERIA EN ACCIÓN CONTINUA...</small>
	LUMINOTECNIA Ing. Fara Alejandro	

Tabla 20-1 – Relación entre los niveles de iluminación

Iluminación localizada lux	Iluminación general mínima Lux
250	50
500	75
1000	100
2000	150
5000	200
10000	300

Tabla 20-2 – Iluminancias recomendadas para diferentes tipos de alumbrado (según DIN 5035)

CLASE DE RECINTO Y ACTIVIDAD	ILUMINANCIAS lux
Recintos de trabajo	--
Recintos generales	
Depósitos apartaderos	30
Garajes	60
Almacenes	120
Vestuarios, lavabos, duchas, WC	120
Embalaje, expedición	250
Oficinas y administración	
Trabajos de oficina con fáciles cometidos visuales	250
Cajas y ventanillas	250
Salas de reunión	250
Trabajos de oficina con normales cometidos visuales como contabilidad, mecanografía, proceso de datos	500
Dibujo técnico	1000
Amplias oficinas	1000
Industria química	
Trabajos en hornos, destilerías, instalaciones de rectificación, serrerías, mezcladoras, laminación, molinos, agitadores, pulverizadores, secadores.	60
Trabajos en filtros, electrólisis, decantado, basculas, centrifugadoras, granuladoras, embudos, prensas de extrusión, maquinas inyectoras, maquinas de tintorería, maquinas sopladoras, maquinas estratificadotas, calandridoras.	120
Laminadoras mezcladoras, rotativas, maquinas tableteadotas, moldes para artículos de goma, vulcanización, prensa para plásticos, laboratorios.	250
Emulsiones, análisis, trabajos de control preparación de recetas, confección, laboratorios de investigación	500
Prueba de colores	1000
Industria electrotecnia	
Fabricación de cables y conductores, barnizado, inmersión de bobinas, montaje de grandes	



maquinas, galvanizado, trabajo de montaje sencillo, bobinado de bobinas a inducidos con alambre basto	250
Montaje de teléfonos, pequeños motores, bobinados de bobinas e inducidos con alambre de tipo medio	500
Montaje de aparatos de precisión,, aparatos de radio y televisión bobinado de bobinas con alambre fino, fabricación de fusibles ajuste, control y medida	1000
Montaje de piezas de precisión, piezas electrónicas para montaje	1500
Piezas subminiatura	2000
Curtidos, tratamiento de pieles	
Trabajos en bodegas y cavas	120
Raspado cortado, refinado y batanado de la piel	250
Guarnecido, pespunteado, cosido, pulido, clasificado, prensado, cortado, estampado, fabricación de zapatos	500
Teñido de pieles	750
Control, comprobación de colores, exigencias medias en la calidad	750
Altas exigencias en la calidad	1000
Muy altas exigencias en la calidad	1500
Industria y manufactura (distintos ramos)	
Cometidos visuales simples Ej.: forja	120
Cometidos visuales medios Ej.: talleres de pintura y Tapizado	250
Cometidos visuales difíciles Ej. mosaicos	500
Cometidos visuales en los que es importante reconocer los colores Ej.: teñido de pelo, matizado	750
Carpintería	
fosos de evaporación	60
cuadro de sierra	120
Trabajos en la cepilladora, encotado, serrado, fresado, montaje	250
Selección de contrachapados, pulida, barnizada, marquetería, carpintería modelista.	500
Trabajos en maquinas de carpintería, torneado	500



Control de salida en fabrica de muebles	750
Siderurgia, laminación, fundición	
Preparación de arena	60
Plataformas, hornos y tinglados de colada, rebabado, chorro de arena, laminado en basto, trefilado de alambres gruesos	120
Modelación manual y mecánica, fundido inyectado, fundido en coquilla, laminado y trefilado de perfiles entrefinos y chapas.	250
Preparación de machos, construcción de moldes de precisión, control de piezas de fundido por inyección, laminado de chapa fina, trefilado de alambres finos, control de chapa.	500
Centrales eléctricas	
Estaciones de conexión al aire libre (centrales y redes de control)	30
Estaciones de distribución	60
Salas de calderas	120
Salas de maquinas e instalaciones de conexión	250
Cuadros de conexión	500
Agricultura	
Gallineros (entradas)	
Rediles	15
Zonas de forraje en establos de ganado vacuno, cochineras y conejeras, estercoleros en establos preparados para el cruce de ganado cebón, cuadras	30
Recintos para la preparación de piensos, escarbaderos.	60
Ordeñadores en establos	120
Área de trabajo en depósitos de leche y lecherías, mataderos y establos para animales enfermos.	250
Metalurgia	
Forja en yunque y en estampa, forjado de cobre, desbaste, montaje basto.	120
Torneado, taladro, fresado, cepillado, trefilado, rectificado basto, serrado de tubos y piezas de chapa, trabajos de plegado, soldadura, cerrajería.	250
Torneado y cepillado de precisión, rectificado de precisión, ajuste de maquinas herramienta estampado, soldadura pulido, montaje.	500
Trazado, montaje de precisión, verificación de piezas	750
Construcción de herramientas, calibres y dispositivos, trabajos de mecánica de precisión puestos de control, medición y verificación	1000



Relojería, grabado, cincelado, trabajo de orfebrería, puestos de control	2000
Industria de la alimentación Trabajos en el secador de malta, lavado, vaciado en barriles, limpieza, cribado, pelado, vaciado en fabricas de conservas y chocolate, trabajos en fabricas de azúcar, secados y fermentación de tabaco crudo	120
Panadería, vaciado en botellas, tostado de café, picado de verduras, y frutas, molido, batido de margarina, mezclado, lecherías, mataderos y refinerías de azúcar	250
Fabricación de cigarros, cigarros puros, trabajo e cocina	500
Decoración , clasificación	750
Control de color	10000
Fabricación y elaboración de papel, artes graficas Trabajos en pilas holandesas, molinos, fábricas de pulpa de madera.	120
Afilado y rectificado de piedras y placas litográficas, maquinas para carbón y papel, fabricación de cartonajes.	250
Trabajo de encuadernación, impresión de tapas.	250
Cortado, dorado, grabado, cimografiado de clisés, trabajos sobre piedras y placas. Impresoras, fabricación de matrices	500
Impresión a mano, clasificación de papel	750
Retoque , litografía, composición a mano y a maquina, preparación para el tiraje	1000
Control de color en impresión multicolor	1500
Grabado en acero y cobre	2000
Escuelas e institutos Vestuarios, duchas, lavabos, WC, apartaderos y recintos anexos, escaleras, pasillos y vestíbulos con poco transito	60
Vestuarios, duchas, lavabos, WC muy frecuentados, escaleras, pasillos y vestíbulos de mucho transito	120
Salsa de conferencia, oficinas, salas de reunión, bibliotecas, salas de música, aulas, cocinas, galerías de arte, pequeñas salas de enseñanza	250



Salas de dibujo, laboratorios de física y química, trabajos manuales y costura, grandes bibliotecas y salas de lectura, salas en escuelas especiales para ciegos, sordos, sordomudos, salas de primeros auxilios, grandes salas de lectura.	500
Industria de la cerámica, vidrio, esmalte. Trabajos en hornos, mezcladoras de materia prima, pintura, trabajos en mosaico, esmaltado, laminado, prensado, moldeado de piezas simples, barnizado, soplado de vidrio.	250
Afilado, mordenteado, pulido de vidrio, moldeado de piezas finas, fabricación de instrumentos de vidrio.	500
Trabajos de decoración	500
Afilado de vidrios ópticos, cristal, afilado a mano y grabado, trabajos en piezas de calidad media	750
Trabajos de precisión	1000
Trabajos de mucha precisión, tallado de piedras preciosas	1500
Fabricación y elaboración textil	
Trabajo en baños	120
Desembalar, cardar, lavar, planchar, trabajo en el diablo y la carda, estirado, peinado, apresto, perforación de etiquetas, preparación de hilados, fabricación de cáñamo y yute.	250
Teñido	250
Urdido, cortado, plegado de la urdidumbre, hilado, bobinado, devanado, retorcido, trenzado, tejido, fabricación de géneros de punto, tejido de telas claras.	500
Marcado, repasado, tejido de telas oscuras, cosido, tejido	750
Estampado en varios colores, tejido en varios colores	750
Modistería	750
Coser y pegar botones	1000
Control de prendas y colores	1000
Plastificado	1500
Recintos de venta y exposición	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Exposiciones	
Museos y galerías de arte	250
Pabellones y ferias	500
Locales de venta	
Almacenes	120
Expedición	250
Venta	250
Comercios	500
Supermercados	750
Escaparates	Hasta varios miles
Salones ambientados	
Gastronomía	
Habitaciones de hotel	120
Restaurantes, comedores	120
Vestíbulos, restaurantes con autoservicio	250
Cocinas de hotel	500
Iglesias	
Entrada	30
Nave	60
Coro	120
Recintos culturales y salones públicos	
Cines	60
Foyers, teatros y salas de conciertos	120
Salas de reunión, salas de fiesta	250
Podium en conciertos	500
Vivienda	
Escaleras	30
Habitaciones, dormitorios	Según necesidad
Habitaciones para la infancia	120
Baños	120
Cocinas, cuartos para trabajos caseros, cuartos de plancha	250
Lectura, escritura, trabajos escolares, aseo, trabajos culinarios	500
Costura, zurcido, trabajos manuales delicados	750
Zonas de circulación	
Zonas de circulación de segunda clase	15
Calles y patios de fabrica, bancos de trabajo, cintas transportadoras	30
Rampas de carga y descarga	60
Pasillos en instalaciones industriales, edificios públicos con reducido numero de visitantes, ascensores escaleras mecánicas	60
Vestíbulos, pasillos y escaleras en instalaciones industriales, oficinas pasillos en edificios administrativos, edificios públicos, recintos culturales y salones públicos	120



Puntos de trabajo al aire libre	
Puertos, estaciones de trasbordo, obras en carreteras y ferrocarriles, trabajos de demolición, obras en estructuras de acero	15
Obras varias	30
Diques, construcción de edificio	60
Gasolineras publicas	120

Tabla 20-3 factores de reflexión de distintos colores y materiales para luz blanca

COLOR	FACTOR DE REFLEXION	MATERIAL	FACTOR DE REFLEXION
Blanco	0,70 - 0,85	Mortero claro	0,35 - 0,55
Techo acústico blanco según orificios	0,50 - 0,65	Mortero oscuro	0,20 - 0,30
Gris claro	0,40 - 0,50	Hormigón claro	0,30 - 0,50
Gris oscuro	0,10 - 0,20	Hormigón oscuro	0,15 - 0,25
Negro	0,03 - 0,07	Arenisca clara	0,30 - 0,40
Crema , amarillo claro	0,50 - 0,75	Arenisca oscura	0,15 - 0,25
Marrón claro	0,30 - 0,40	Ladrillo claro	0,30 - 0,40
Marrón oscuro	0,10 - 0,20	Ladrillo oscuro	0,15 - 0,25
Rosa	0,45 - 0,55	Mármol blanco	0,60 - 0,70
Rojo claro	0,30 - 0,50	Granito	0,15 - 0,25
Rojo oscuro	0,10 - 0,20	Madera clara	0,30 - 0,50
Verde claro	0,45 - 0,65	Madera oscura	0,10 - 0,25
Verde oscuro	0,10 - 0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80 - 0,90
Azul claro	0,40 - 0,55	Aluminio mate	0,55 - 0,60
Azul oscuro	0,05 - 0,15	Aluminio anonizado y abrillantado	0,80 - 0,85
		Acero pulido	0,55 - 0,65



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS



FACULTAD DE INGENIERIA
EN ACCIÓN CONTINUA...

LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Si las curvas de distribución no son simétricas se toma la curva mas parecida de la tabla como valor medio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
 INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS



FACULTAD DE INGENIERÍA
 EN ACCIÓN CONTINUA...

LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Luminaria	Techo	ρ_1	0,8			0,5		0,8			0,5		0,3
	Pared	ρ_2	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,6	0,3	0,5	0,3	0,3
	Suelo	ρ_3	0,3						0,1				
Índice del local K.													
A-1 	0,8	0,8	0,60	0,55	0,54	0,60	0,55	0,61	0,56	0,78	0,69	0,58	0,68
	0,8	0,8	0,69	0,64	0,64	0,70	0,65	0,70	0,65	0,87	0,72	0,66	0,75
	1	1	0,75	0,70	0,70	0,78	0,71	0,77	0,71	0,93	0,79	0,72	0,80
	1,25	1,25	0,81	0,76	0,75	0,82	0,77	0,83	0,78	0,97	0,86	0,79	0,84
	1,5	1,5	0,84	0,79	0,79	0,86	0,81	0,87	0,82	0,99	0,90	0,83	0,87
	2	2	0,89	0,85	0,84	0,91	0,86	0,93	0,88	1,02	0,97	0,90	0,90
2,5	2,5	0,92	0,88	0,87	0,94	0,90	0,97	0,92	1,04	1,02	0,96	0,93	
3	3	0,94	0,91	0,90	0,97	0,93	1,00	0,95	1,05	1,06	1,00	0,95	
4	4	0,97	0,93	0,94	0,99	0,97	1,04	1,00	1,06	1,11	1,05	0,97	
5	5	0,99	0,96	0,96	1,00	0,98	1,06	1,02	1,06	1,14	1,09	0,98	
A 1.1 	0,8	0,8	0,93	0,74	0,70	0,74	0,69	0,89	0,73	0,70	0,72	0,68	0,82
	0,8	0,8	1,01	0,82	0,77	0,81	0,75	0,94	0,78	0,77	0,80	0,78	0,93
	1	1	1,05	0,88	0,82	0,86	0,82	0,98	0,83	0,82	0,84	0,81	1,00
	1,25	1,25	1,10	0,93	0,88	0,91	0,87	1,01	0,90	0,86	0,88	0,85	1,06
	1,5	1,5	1,13	0,97	0,92	0,94	0,90	1,03	0,93	0,89	0,92	0,88	1,09
	2	2	1,17	1,03	0,97	0,99	0,96	1,05	0,97	0,93	0,95	0,92	1,14
2,5	2,5	1,20	1,07	1,01	1,03	0,98	1,08	0,99	0,96	0,97	0,94	1,17	
3	3	1,21	1,10	1,06	1,06	1,00	1,08	1,00	0,98	0,98	0,96	1,20	
4	4	1,24	1,15	1,10	1,08	1,03	1,08	1,02	1,00	1,00	0,98	1,23	
5	5	1,26	1,17	1,13	1,10	1,06	1,07	1,03	1,01	1,01	0,99	1,24	
A 1.2 	0,8	0,8	0,72	0,48	0,42	0,47	0,42	0,68	0,47	0,41	0,47	0,41	0,40
	0,8	0,8	0,85	0,61	0,54	0,59	0,53	0,80	0,59	0,53	0,58	0,52	0,52
	1	1	0,94	0,69	0,62	0,67	0,61	0,87	0,67	0,61	0,65	0,60	0,59
	1,25	1,25	1,01	0,76	0,71	0,75	0,69	0,92	0,75	0,68	0,73	0,68	0,66
	1,5	1,5	1,05	0,83	0,78	0,80	0,74	0,96	0,80	0,73	0,77	0,72	0,71
	2	2	1,11	0,91	0,84	0,87	0,81	1,00	0,86	0,80	0,84	0,79	0,78
2,5	2,5	1,15	0,97	0,90	0,92	0,87	1,02	0,91	0,85	0,88	0,83	0,82	
3	3	1,18	1,02	0,96	0,96	0,91	1,04	0,94	0,89	0,91	0,87	0,86	
4	4	1,21	1,09	1,02	1,02	0,96	1,05	0,97	0,94	0,95	0,91	0,90	
5	5	1,23	1,12	1,06	1,04	1,00	1,08	1,00	0,96	0,97	0,94	0,92	
A 2 	0,8	0,8	0,83	0,39	0,33	0,39	0,33	0,61	0,38	0,34	0,37	0,33	0,32
	0,8	0,8	0,78	0,53	0,45	0,51	0,45	0,74	0,51	0,45	0,50	0,45	0,44
	1	1	0,88	0,62	0,54	0,60	0,54	0,82	0,60	0,53	0,58	0,53	0,52
	1,25	1,25	0,95	0,71	0,63	0,68	0,62	0,88	0,68	0,62	0,66	0,60	0,60
	1,5	1,5	1,02	0,78	0,70	0,76	0,69	0,93	0,75	0,68	0,72	0,66	0,66
	2	2	1,10	0,89	0,81	0,85	0,78	0,98	0,83	0,77	0,80	0,77	0,74
2,5	2,5	1,14	0,96	0,88	0,91	0,85	1,01	0,89	0,83	0,85	0,82	0,80	
3	3	1,17	1,01	0,94	0,95	0,89	1,03	0,92	0,87	0,88	0,86	0,84	
4	4	1,21	1,07	1,01	1,00	0,96	1,04	0,96	0,92	0,93	0,90	0,89	
5	5	1,23	1,12	1,06	1,03	0,98	1,05	0,98	0,95	0,96	0,93	0,92	
A 2.1 	0,8	0,8	0,61	0,36	0,29	0,35	0,29	0,58	0,33	0,29	0,35	0,29	0,28
	0,8	0,8	0,74	0,47	0,39	0,45	0,38	0,69	0,48	0,39	0,45	0,38	0,37
	1	1	0,82	0,53	0,46	0,52	0,46	0,77	0,53	0,48	0,51	0,44	0,45
	1,25	1,25	0,90	0,63	0,54	0,61	0,53	0,82	0,61	0,53	0,59	0,53	0,51
	1,5	1,5	0,95	0,69	0,60	0,68	0,59	0,87	0,67	0,59	0,64	0,57	0,56
	2	2	1,02	0,79	0,70	0,75	0,68	0,92	0,76	0,67	0,72	0,66	0,64
2,5	2,5	1,08	0,87	0,78	0,81	0,74	0,96	0,81	0,73	0,77	0,72	0,70	
3	3	1,13	0,93	0,84	0,86	0,79	0,99	0,85	0,78	0,81	0,78	0,75	
4	4	1,17	1,01	0,92	0,94	0,87	1,02	0,90	0,85	0,88	0,83	0,81	
5	5	1,18	1,04	0,96	0,96	0,90	1,02	0,93	0,87	0,89	0,85	0,83	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
 INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Luminaria	Techo	ρ_1	0.8			0.5		0.8			0.5		0.3
	Pared	ρ_2	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
	Suelo	ρ_3	0.3					0.1					
Indice del local K													
A 3		0.6	0.51	0.23	0.17	0.24	0.18	0.48	0.23	0.18	0.22	0.18	0.16
		0.8	0.65	0.36	0.27	0.36	0.28	0.61	0.34	0.28	0.34	0.28	0.26
		1	0.76	0.47	0.36	0.45	0.37	0.70	0.44	0.37	0.42	0.36	0.35
		1.25	0.87	0.57	0.48	0.54	0.46	0.80	0.55	0.47	0.52	0.45	0.44
		1.5	0.95	0.66	0.56	0.62	0.55	0.88	0.64	0.55	0.60	0.53	0.52
		2	1.05	0.79	0.69	0.75	0.67	0.94	0.75	0.68	0.72	0.66	0.64
		2.5	1.11	0.88	0.79	0.83	0.78	0.99	0.82	0.76	0.79	0.74	0.72
3	1.18	0.94	0.86	0.89	0.82	1.02	0.87	0.81	0.83	0.78	0.77		
4	1.20	1.03	0.95	0.95	0.89	1.04	0.93	0.88	0.89	0.85	0.84		
5	1.23	1.09	1.01	1.00	0.94	1.05	0.95	0.92	0.92	0.88	0.88		
B 2		0.6	0.51	0.30	0.22	0.26	0.21	0.48	0.29	0.23	0.26	0.21	0.20
		0.8	0.62	0.36	0.29	0.34	0.27	0.58	0.35	0.30	0.33	0.27	0.26
		1	0.70	0.43	0.35	0.39	0.32	0.64	0.41	0.35	0.38	0.31	0.30
		1.25	0.76	0.50	0.41	0.44	0.37	0.70	0.48	0.40	0.43	0.38	0.34
		1.5	0.82	0.56	0.47	0.48	0.42	0.74	0.54	0.45	0.47	0.40	0.37
		2	0.90	0.65	0.58	0.55	0.48	0.79	0.61	0.54	0.53	0.47	0.42
		2.5	0.95	0.72	0.62	0.60	0.53	0.83	0.67	0.60	0.57	0.51	0.46
3	0.99	0.77	0.68	0.64	0.57	0.85	0.71	0.65	0.60	0.55	0.50		
4	1.04	0.86	0.77	0.70	0.63	0.87	0.76	0.71	0.65	0.60	0.55		
5	1.07	0.91	0.84	0.73	0.67	0.90	0.80	0.75	0.68	0.64	0.58		
B 3		0.6	0.53	0.27	0.22	0.27	0.21	0.51	0.27	0.22	0.26	0.21	0.20
		0.8	0.66	0.39	0.32	0.36	0.30	0.62	0.38	0.31	0.35	0.29	0.28
		1	0.75	0.47	0.39	0.43	0.36	0.69	0.45	0.38	0.42	0.36	0.34
		1.25	0.82	0.55	0.46	0.50	0.43	0.75	0.53	0.45	0.48	0.42	0.40
		1.5	0.88	0.61	0.52	0.55	0.49	0.80	0.59	0.51	0.54	0.47	0.45
		2	0.96	0.72	0.63	0.64	0.58	0.86	0.67	0.60	0.61	0.56	0.52
		2.5	1.02	0.80	0.71	0.70	0.64	0.90	0.73	0.67	0.66	0.61	0.57
3	1.05	0.85	0.76	0.74	0.68	0.92	0.77	0.71	0.69	0.65	0.60		
4	1.09	0.92	0.84	0.79	0.74	0.94	0.83	0.77	0.74	0.70	0.65		
5	1.12	0.97	0.89	0.83	0.78	0.96	0.86	0.81	0.76	0.73	0.68		
B 4		0.6	0.51	0.25	0.18	0.24	0.18	0.48	0.25	0.19	0.23	0.18	0.17
		0.8	0.62	0.34	0.26	0.32	0.25	0.58	0.33	0.26	0.31	0.25	0.24
		1	0.71	0.41	0.32	0.38	0.31	0.64	0.40	0.32	0.37	0.30	0.29
		1.25	0.78	0.48	0.39	0.44	0.37	0.71	0.47	0.39	0.43	0.35	0.34
		1.5	0.83	0.54	0.45	0.49	0.41	0.75	0.53	0.44	0.47	0.40	0.38
		2	0.91	0.64	0.54	0.57	0.49	0.81	0.60	0.52	0.55	0.47	0.45
		2.5	0.96	0.72	0.61	0.63	0.55	0.85	0.68	0.59	0.59	0.53	0.49
3	0.99	0.77	0.67	0.67	0.59	0.88	0.70	0.63	0.63	0.57	0.52		
4	1.04	0.85	0.75	0.72	0.66	0.91	0.77	0.69	0.67	0.62	0.57		
5	1.07	0.90	0.81	0.76	0.70	0.92	0.80	0.73	0.70	0.66	0.60		
C 2		0.6	0.51	0.27	0.21	0.23	0.18	0.48	0.27	0.20	0.23	0.19	0.18
		0.8	0.62	0.36	0.29	0.32	0.26	0.58	0.34	0.28	0.31	0.25	0.24
		1	0.70	0.44	0.35	0.38	0.32	0.64	0.41	0.34	0.37	0.31	0.29
		1.25	0.77	0.50	0.41	0.43	0.37	0.70	0.48	0.41	0.42	0.38	0.33
		1.5	0.83	0.56	0.47	0.47	0.41	0.75	0.54	0.46	0.46	0.40	0.36
		2	0.91	0.66	0.57	0.55	0.48	0.80	0.62	0.53	0.53	0.48	0.41
		2.5	0.96	0.74	0.64	0.60	0.54	0.84	0.68	0.61	0.57	0.51	0.46
3	0.99	0.79	0.69	0.63	0.58	0.87	0.72	0.66	0.60	0.55	0.48		
4	1.04	0.87	0.78	0.69	0.64	0.90	0.78	0.72	0.64	0.60	0.53		
5	1.07	0.92	0.84	0.72	0.67	0.91	0.80	0.76	0.67	0.63	0.55		
C 3		0.6	0.47	0.21	0.14	0.20	0.13	0.46	0.20	0.15	0.19	0.14	0.13
		0.8	0.58	0.30	0.22	0.27	0.21	0.55	0.29	0.22	0.26	0.20	0.19
		1	0.66	0.37	0.28	0.32	0.26	0.61	0.36	0.27	0.32	0.25	0.23
		1.25	0.73	0.41	0.33	0.38	0.30	0.67	0.42	0.33	0.38	0.29	0.27
		1.5	0.78	0.49	0.39	0.43	0.35	0.71	0.47	0.38	0.41	0.33	0.31
		2	0.87	0.60	0.49	0.51	0.43	0.77	0.56	0.47	0.49	0.41	0.37
		2.5	0.92	0.68	0.57	0.56	0.49	0.81	0.61	0.54	0.54	0.48	0.42
3	0.96	0.74	0.63	0.60	0.53	0.85	0.66	0.59	0.57	0.50	0.46		
4	1.01	0.82	0.72	0.66	0.60	0.88	0.72	0.66	0.62	0.56	0.51		
5	1.05	0.87	0.78	0.70	0.64	0.90	0.77	0.70	0.65	0.60	0.54		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS

LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA DE
 INSTALACIONES II-MÓDULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS



LUMINOTECNIA

Ing. Fara Alejandro

Luminaria	Techo ρ_i	0.8			0.5		0.8			0.5		0.3
	Pared ρ_i	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
	Suelo ρ_i	0.3						0.1				
Indice del local	k											
C-4	0.6	0.47	0.21	0.14	0.19	0.14	0.45	0.20	0.16	0.19	0.14	0.14
	0.8	0.57	0.30	0.21	0.26	0.20	0.55	0.29	0.22	0.25	0.19	0.18
	1	0.65	0.36	0.27	0.31	0.24	0.61	0.35	0.27	0.30	0.23	0.21
	1.25	0.72	0.42	0.32	0.36	0.29	0.67	0.41	0.32	0.35	0.28	0.25
	1.5	0.77	0.48	0.37	0.40	0.33	0.71	0.46	0.36	0.39	0.32	0.28
	2	0.85	0.58	0.46	0.47	0.39	0.77	0.54	0.45	0.46	0.38	0.33
	2.5	0.90	0.65	0.54	0.53	0.45	0.81	0.60	0.51	0.50	0.43	0.38
	3	0.94	0.71	0.60	0.57	0.50	0.84	0.65	0.56	0.53	0.47	0.41
	4	0.99	0.79	0.70	0.63	0.58	0.87	0.71	0.64	0.58	0.53	0.46
5	1.02	0.84	0.75	0.66	0.60	0.90	0.75	0.66	0.62	0.56	0.49	
D-2	0.6	0.47	0.20	0.14	0.17	0.12	0.42	0.20	0.15	0.17	0.12	0.11
	0.8	0.55	0.28	0.21	0.24	0.18	0.52	0.27	0.21	0.24	0.18	0.16
	1	0.63	0.36	0.27	0.29	0.23	0.59	0.34	0.27	0.29	0.22	0.20
	1.25	0.70	0.43	0.33	0.34	0.28	0.65	0.41	0.33	0.33	0.27	0.24
	1.5	0.76	0.49	0.39	0.39	0.32	0.69	0.47	0.39	0.37	0.31	0.27
	2	0.84	0.59	0.49	0.46	0.39	0.74	0.55	0.48	0.44	0.37	0.31
	2.5	0.90	0.67	0.57	0.51	0.44	0.78	0.61	0.54	0.48	0.42	0.35
	3	0.93	0.72	0.63	0.55	0.49	0.82	0.65	0.59	0.51	0.45	0.39
	4	0.99	0.81	0.72	0.60	0.54	0.85	0.72	0.66	0.55	0.51	0.43
5	1.02	0.86	0.78	0.63	0.58	0.87	0.76	0.70	0.58	0.54	0.45	
D-3	0.6	0.44	0.19	0.13	0.17	0.11	0.42	0.19	0.14	0.16	0.12	0.10
	0.8	0.55	0.27	0.19	0.23	0.17	0.51	0.28	0.20	0.22	0.16	0.16
	1	0.63	0.34	0.25	0.28	0.22	0.58	0.33	0.25	0.27	0.21	0.18
	1.25	0.69	0.42	0.32	0.33	0.26	0.64	0.40	0.32	0.32	0.26	0.22
	1.5	0.75	0.48	0.38	0.37	0.31	0.68	0.46	0.37	0.36	0.30	0.25
	2	0.82	0.58	0.48	0.44	0.38	0.74	0.54	0.46	0.42	0.38	0.30
	2.5	0.88	0.66	0.56	0.49	0.44	0.78	0.60	0.53	0.46	0.41	0.34
	3	0.92	0.72	0.62	0.53	0.48	0.81	0.64	0.58	0.50	0.45	0.38
	4	0.97	0.80	0.71	0.58	0.53	0.84	0.71	0.65	0.54	0.50	0.40
5	1.00	0.85	0.77	0.61	0.57	0.85	0.75	0.69	0.57	0.53	0.42	
D-4	0.6	0.43	0.17	0.12	0.16	0.095	0.41	0.17	0.12	0.15	0.10	0.095
	0.8	0.53	0.25	0.17	0.21	0.14	0.49	0.24	0.17	0.20	0.14	0.13
	1	0.61	0.31	0.22	0.25	0.19	0.55	0.30	0.21	0.24	0.17	0.16
	1.25	0.68	0.38	0.28	0.30	0.23	0.61	0.36	0.27	0.29	0.22	0.19
	1.5	0.72	0.43	0.33	0.34	0.27	0.65	0.41	0.32	0.33	0.26	0.22
	2	0.80	0.53	0.42	0.41	0.34	0.71	0.50	0.41	0.40	0.33	0.27
	2.5	0.86	0.61	0.50	0.46	0.39	0.76	0.56	0.48	0.44	0.38	0.31
	3	0.90	0.67	0.56	0.50	0.43	0.79	0.61	0.53	0.48	0.42	0.34
	4	0.98	0.75	0.65	0.56	0.49	0.82	0.68	0.60	0.52	0.47	0.38
5	0.99	0.81	0.72	0.59	0.53	0.84	0.71	0.65	0.55	0.51	0.41	
E-2	0.6	0.39	0.15	0.095	0.11	0.08	0.34	0.15	0.10	0.12	0.08	0.05
	0.8	0.48	0.21	0.14	0.15	0.095	0.44	0.21	0.14	0.16	0.10	0.085
	1	0.58	0.28	0.20	0.18	0.13	0.51	0.27	0.19	0.19	0.13	0.085
	1.25	0.62	0.35	0.26	0.22	0.17	0.57	0.33	0.25	0.22	0.16	0.11
	1.5	0.68	0.41	0.31	0.26	0.20	0.62	0.39	0.30	0.25	0.19	0.13
	2	0.76	0.51	0.41	0.32	0.26	0.68	0.48	0.40	0.30	0.25	0.16
	2.5	0.81	0.59	0.49	0.36	0.31	0.72	0.54	0.47	0.34	0.29	0.18
	3	0.85	0.65	0.55	0.39	0.34	0.75	0.58	0.52	0.37	0.32	0.20
	4	0.90	0.72	0.64	0.43	0.39	0.77	0.64	0.58	0.40	0.36	0.22
5	0.93	0.77	0.70	0.46	0.42	0.78	0.68	0.63	0.43	0.39	0.24	
E-3	0.6	0.41	0.16	0.08	0.13	0.06	0.36	0.14	0.085	0.13	0.08	0.05
	0.8	0.49	0.21	0.12	0.16	0.085	0.44	0.21	0.13	0.15	0.095	0.065
	1	0.55	0.27	0.17	0.19	0.12	0.50	0.28	0.17	0.18	0.12	0.08
	1.25	0.61	0.32	0.23	0.22	0.16	0.56	0.31	0.23	0.21	0.15	0.10
	1.5	0.66	0.38	0.28	0.25	0.19	0.60	0.38	0.28	0.24	0.18	0.12
	2	0.73	0.48	0.37	0.31	0.24	0.66	0.43	0.37	0.29	0.23	0.15
	2.5	0.79	0.56	0.45	0.35	0.28	0.70	0.49	0.43	0.33	0.27	0.17
	3	0.83	0.62	0.52	0.38	0.32	0.72	0.55	0.48	0.35	0.30	0.19
	4	0.88	0.70	0.61	0.42	0.37	0.75	0.62	0.55	0.39	0.35	0.21
5	0.91	0.75	0.68	0.44	0.40	0.78	0.66	0.60	0.42	0.38	0.23	