

**SYLVANIA**



# Guía Técnica de **Iluminación**

Somos *esencial*<sup>®</sup>  
COSTA  
RICA

**SYLVANIA**

*Lumiance*

# Contenido

04



04

**Capítulo 1: La luz**

- 1.1 El espectro electromagnético
- 1.2 Índice de rendimiento de color
- 1.3 Temperatura de color
- 1.4 Absorción, reflexión y transmisión de la luz
- 1.5 Fotometría (Óptica)
- 1.6 Magnitudes y Unidades

11

**Capítulo 2: Tipos de lámparas**

- 2.1 Lámparas incandescentes
- 2.2 Tipos de bases para bulbos
- 2.3 Lámparas Fluorescentes
- 2.4 Otras lámparas de descarga
- 2.5 LED
- 2.6 Beneficios del LED
- 2.7 Funcionamiento básico LED

17

**Capítulo 3: Luminarias**

- 3.1 Curva de distribución luminosa
- 3.2 LM-79
- 3.3 La distribución luminosa

20

**Capítulo 4: Estudios de iluminación**

- 4.1 Leyes fundamentales
- 4.2 Métodos de cálculo
- 4.3 Cálculo de iluminación de interiores

24

**Capítulo 5: Iluminación de carreteras**

- 5.1 Tipos de alumbrado vial
- 5.2 Deslumbramiento
- 5.3 Contaminación lumínica

29

**Capítulo 6: Características mecánicas de las luminarias**

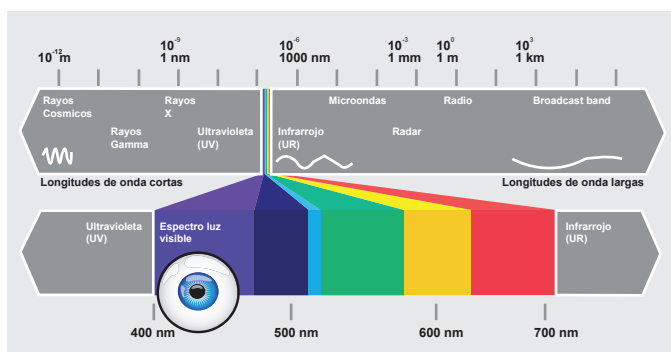
- 6.1 Grado IP
- 6.2 Grado IK
- 6.3 Disipación térmica
- 6.4 Efecto caverna
- 6.5 Características eléctricas de las luminarias LED

# Capítulo 1: La Luz

## 1.1 El Espectro Electromagnético

El universo se encuentra rodeado por Ondas Electromagnéticas de diversas longitudes. La luz es la parte de este espectro que estimula la retina del ojo humano permitiendo la percepción de los colores. Esta región de las ondas electromagnéticas se llama Espectro Visible y ocupa una banda muy estrecha de este espectro.

Cuando la luz es separada en sus diversas longitudes de onda componentes es llamada Espectro. Si se hace pasar la luz por un prisma de vidrio transparente, produce un espectro formado por los colores rojo, naranja, amarillo, verde, azul, indigo y violeta. Este fenómeno es causado por las diferencias de sus longitudes de onda. El rojo es la longitud del onda más larga y el violeta la más corta. El ojo humano percibe estas diferentes longitudes de onda como Colores.



IMÁGEN 1. El espectro electromagnético

### LA VISIÓN

El espectro visible para el ojo humano es aquel que vá desde los 380nm de longitud de onda para el color violeta hasta los 780 nm para el color rojo. Fuera de estos límites, el ojo no percibe ninguna clase de radiación.

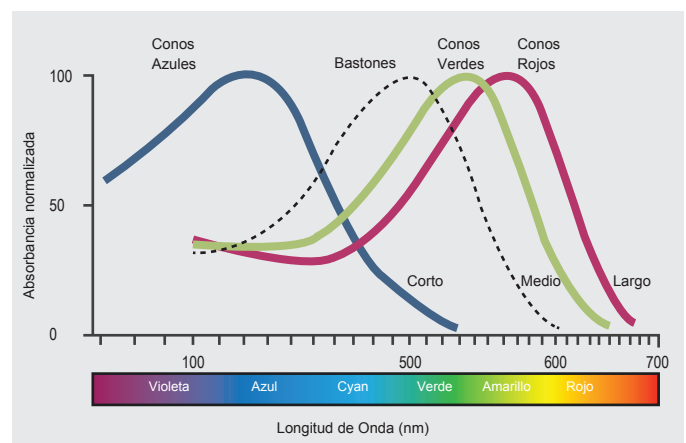
El ojo tiene su mayor sensibilidad en la longitud de onda de 555 nm que corresponde al color amarillo verdoso y la mínima a los colores rojo y violeta. Esta situación es la que se presenta a la luz del día y se denomina "visión fotópica" (actúan ambos sensores de la retina: los conos, fundamentalmente sensibles al color y los bastoncillos, sensibles a la luz).

En el crepúsculo y la noche, ("visión escotópica") se produce el denominado Efecto Purkinje, que consiste en el desplazamiento de la curva VI hacia las longitudes de onda más bajas, quedando la sensibilidad máxima en la longitud de onda de 507 (no trabajan los conos) el ojo se hace relativamente muy sensible a la energía en el extremo azul del

espectro y casi ciego al rojo; es decir que, durante el Efecto Purkinje, de dos haces de luz de igual intensidad, uno azul y otro rojo, el azul se verá mucho más brillante que el rojo.

Este efecto del ojo fue descubierto en 1819 por Jan, quien hacía caminatas nocturnas por los campos de la República Checa. Durante un color rojo brillante por las mañanas, mientras que durante el amanecer se veían mucho más oscuras. Dedujo que el ojo tiene dos sistemas para ver los colores: uno para la alta intensidad luminosa y otro para la poca intensidad luminosa.

Es de suma importancia el tener en cuenta estos efectos cuando se trabaja con bajas iluminancias.



IMÁGEN 2. Efecto Purkinje

## 1.2 Índice de Rendimiento de Color

Se dice que un objeto es rojo porque refleja las radiaciones luminosas rojas y absorbe todos los demás colores del espectro. Esto es válido si la fuente luminosa produce la suficiente cantidad de radiaciones en la zona roja del espectro visible.

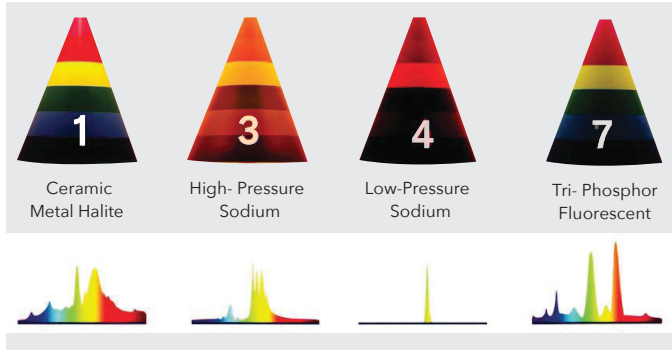
Por lo tanto, para que una fuente de luz sea considerada como de buen "rendimiento de color", debe emitir todos los colores del espectro visible. Si falta uno de ellos, este no podrá ser reflejado.

Las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores, se valorizan mediante el "Índice de Reproducción Cromática" (IRC) ó CRI ("Color Rendering Index").

Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada con el que presentan iluminados por una "luz de referencia". Los espectros de las lámparas incandescentes ó de la luz del día se denominan "continuos" por cuanto contienen todas las

radiaciones del espectro visible y se los considera óptimos en cuanto a la reproducción cromática; se dice que tienen un IRC= 100. En realidad ninguno de los dos es perfecto ni tampoco son iguales. (al espectro de la lámpara incandescente le falta componente "azul" mientras que a la luz del día "roja").

Si por el contrario el espectro muestra interrupciones, como por ejemplo el de las lámparas de descarga, se dice que es un espectro "discontinuo", ya que presenta diversas "líneas espectrales" propias del material emisor.



IMÁGEN 3. Índice de Rendimiento de Color

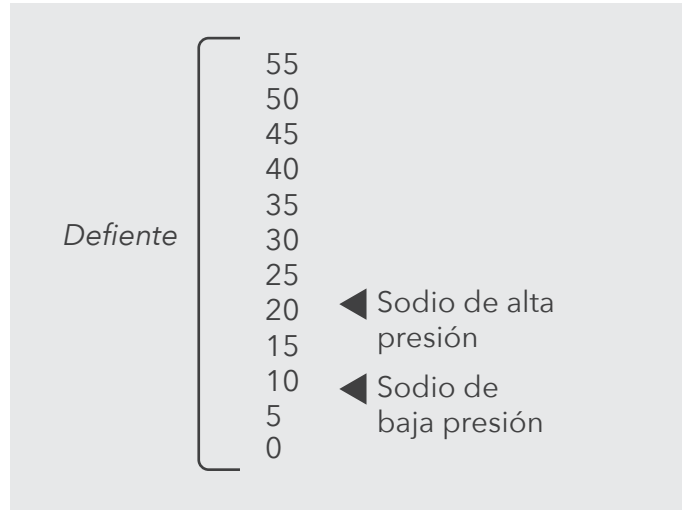
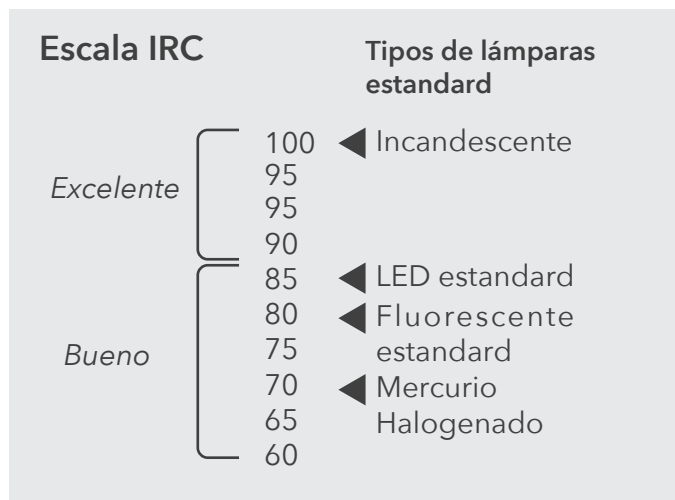
GRÁFICOS DE DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL

Estos gráficos o curvas de distribución espectral permiten al especificador tener una rápida apreciación de las características de color de una determinada fuente.

Con base en este criterio se clasifican las fuentes de luz artificial. Se dirá que una lámpara tiene un rendimiento cromático óptimo si el IRC está comprendido entre 85 y 100, bueno si está entre 70 y 85 y discreto si lo está entre 50 y 70.

Se debe tener en cuenta que dos fuentes pueden tener el mismo IRC y distinta "Temperatura de color".

Por lo tanto es conveniente, cuando se compare capacidad de reproducción cromática, buscar que las lámparas tengan temperaturas de color aproximadas. Es obvio que, a igualdad de IRC, un objeto rojo se verá más brillante bajo 2800 K que bajo 7500 K.



IMÁGEN 4. Escala IRC

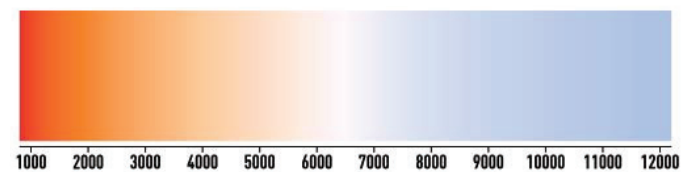
1.3 Temperatura de Color

Temperatura de color de una fuente de luz se define como la comparación de su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color se expresa en Kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa.

El espectro electromagnético se divide en frecuencias (o lo que es inversamente proporcional, en longitudes de onda) el conjunto de ondas electromagnéticas. La ley de Wien relaciona los conceptos de longitud de onda y temperatura. Gracias a esta ley se sabe que cuanto mayor sea la temperatura de un cuerpo negro, menor será la longitud de onda en que emite.

Los seres vivos nos hemos adaptado a la luz de diversas formas. La luz produce efectos ópticos y no ópticos al incidir sobre los distintos fotoreceptores que se distribuyen por todo el cuerpo, actuando en tres niveles: físico, fisiológico y psicológico. Con la introducción de luz artificial en tramos horarios donde naturalmente debía existir oscuridad, según el tiempo de exposición, la intensidad y la longitud de onda utilizada, se puede alterar no solo el **ritmo circadiano**, sino el de toda la fauna y flora.

La temperatura de color no tiene relación directa con la denominación de color cálido y frío, aunque popularmente se relacionen estos términos. A partir de 5000 K se dice que se trata de colores fríos, mientras que con temperaturas más bajas (2700-3000 K) se les consideran colores cálidos.



IMÁGEN 5. Temperatura de Color

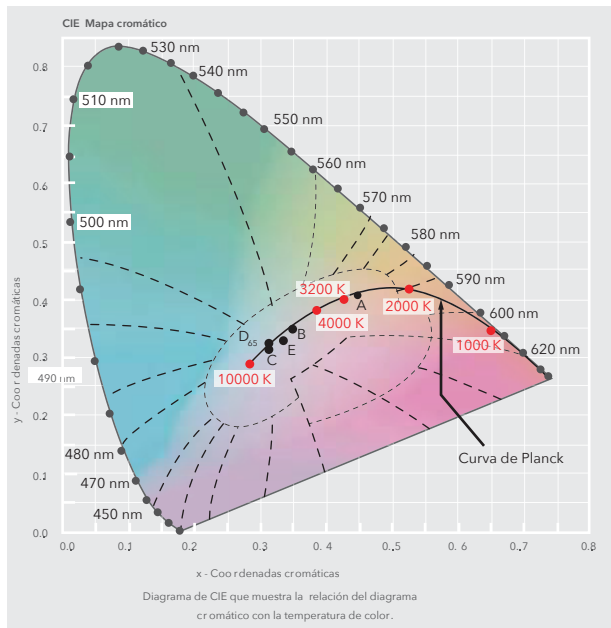
Suele preferirse usar lámparas alrededor de los 3000K cuando se quiere generar un ambiente confortable y cálido con baja iluminancia. En tiendas comerciales, se instalan frecuentemente lámparas de temperatura de color de alrededor de los 4000 K, con mayores niveles de iluminancia, y finalmente se dejan las lámparas alrededor de los 6000 K para zonas de ventas en las que se desea un buen rendimiento de color o en las de trabajo visual intenso como talleres, cocinas, etc.

**COLOR DE LA LUZ**

Los colores del espectro visible y sus infinitas posibilidades de mezcla, pueden ser representadas matemáticamente. Existen varios sistemas de representación entre los que se cuentan el "Sistema Munsell", el "CIE L\*a\*b\*", el "CIE L\*c\*h", el "CIE Y, x, z", etc. De todos ellos, el más popular es el Sistema "Y, x, y" ó más conocido como "Triángulo Cromático CIE" (CIE - Commission Internationale de L'éclairage).

En el Triángulo Cromático CIE, todos los colores están ordenados respecto de tres coordenadas cromáticas x, y, z, cumpliéndose la igualdad  $x + y + z$  colores.

El triángulo presenta una forma curva en su parte superior que es el lugar geométrico de las radiaciones monocromáticas, cerrándose en su parte inferior por una línea recta llamada "línea de los púrpura". La zona central del triángulo es acromática y sobre ella se pueden localizar los colores de todas las fuentes de blanco donde los valores de las coordenadas x, y, z son iguales entre sí (0.333 cada una). Cuanto más alejado del centro esté el punto buscado, más saturado será el color resultante.



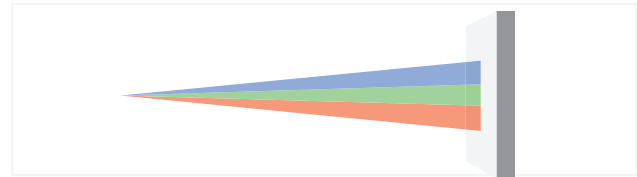
**IMAGEN 6.** Mapa Cromático

**1.4**

**Absorción, Reflexión y Transmisión de la Luz**

**ABSORCIÓN**

Cuando la luz llega a una superficie u objeto, éste puede absorber toda o parte de esa luz.



**IMAGEN 7.** Absorción de la luz

**REFLEXIÓN**

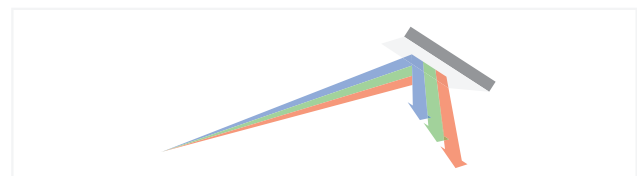
La reflexión es cuando la luz llega a un objeto y rebota o refleja, en parte o en su totalidad, de ese objeto. La luz puede ser reflejada de manera especular (directa) o difusa.

**1. Reflexión especular:** se produce cuando la luz refleja de una superficie lisa o pulida como, por ejemplo, un espejo. La luz va a reflejar en el mismo ángulo en el cual incide o llega a esa superficie (Ley de reflexión).

**2. Reflexión difusa:** se produce cuando la luz llega a una superficie u objeto que tiene textura como, por ejemplo, una pared con textura.

Una reflexión difusa va a producir una luz más suave que una reflexión directa. También va a generar menos contraste en la escena, sombras más claras y una transición más suave entre luces y sombras.

Una reflexión directa va a producir una luz más intensa, mayor contraste y sombras más oscuras y bien definidas.



**IMAGEN 8.** Reflexión de la luz

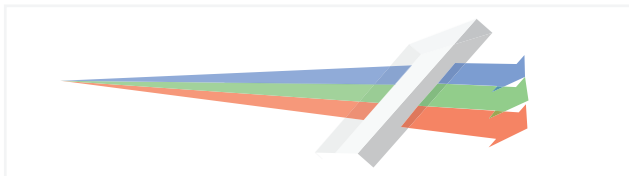
**TRANSMISIÓN**

La transmisión ocurre cuando la luz atraviesa una superficie u objeto. Hay 3 tipos de transmisión: directa, difusa o selectiva.

**1. Transmisión directa:** es cuando la luz atraviesa un objeto y no se producen cambios de dirección o calidad de esa luz. Por ejemplo, un vidrio o el aire.

**2. Transmisión difusa:** se produce cuando la luz pasa a través de un objeto transparente o semi-transparente con textura. La luz en vez de ir en una sola dirección es desviada en muchas direcciones. La luz que es transmitida de manera difusa va a ser más suave, va a tener menos contraste, va a ser menos intensa, va a generar sombras más claras y una transición más suave entre luz y sombra que la luz directa.

**3. Transmisión selectiva:** se produce cuando la luz atraviesa un objeto de color. Parte de la luz va a ser absorbida y parte va a ser transmitida por ese objeto.



IMÁGEN 9. Transmisión de la luz

### APLICACIÓN

Estas tres características se aplican tanto dentro de la luminaria como fuera de esta.

En el caso del interior de la luminaria, es importante utilizar materiales que reflejen y transmitan adecuadamente la luz para obtener sistemas de alta eficacia.

La forma de la luminaria es trascendental para crear ópticas utilitarias, en conjunto con acabados altamente reflectivos.

En el caso de los materiales difusores, es importante que transmitan la luz con un porcentaje mayor al 80%, tanto en materiales opales como de alta translucibilidad.

## 1.5 Fotometría (Óptica)

La Fotometría es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual.

### RADIOMETRÍA

La radiometría es la ciencia que se ocupa del estudio de la medida de la radiación electromagnética. Su campo abarca todas las longitudes de onda del espectro electromagnético (frecuencias entre  $3 \times 10^{11}$  y  $3 \times 10^{16}$  Hz o longitudes de onda de entre 0,01 y 1000 micrómetros), al contrario que la fotometría que solo se ocupa de la parte visible del espectro, la que puede percibir el ojo humano.

## 1.6 Magnitudes y Unidades

### FLUJO LUMINOSO

El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida. Es diferente del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el **lumen (lm)** y se define a partir de la unidad básica del SI, la candela (cd), como:  **$lm = cd \cdot sr$** .

El flujo luminoso se obtiene ponderando la potencia para cada longitud de onda con la función de luminosidad, que

representa la sensibilidad del ojo en función de la longitud de onda. El flujo luminoso es, por tanto, la suma ponderada de la potencia en todas las longitudes de onda del espectro visible. La radiación fuera del espectro visible no contribuye al flujo luminoso.

### ILUMINANCIA

En fotometría, la emitancia luminosa (M), o exitancia luminosa es la cantidad de flujo luminoso que emite una superficie por unidad de área, mientras que, la iluminancia (E) es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área.

La unidad de medida tanto de la Emitancia Luminosa como de la Iluminancia en el Sistema Internacional es el lux:  **$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$** .

### EMITANCIA LUMINOSA

En términos generales, la emitancia luminosa se define según la siguiente expresión, donde:

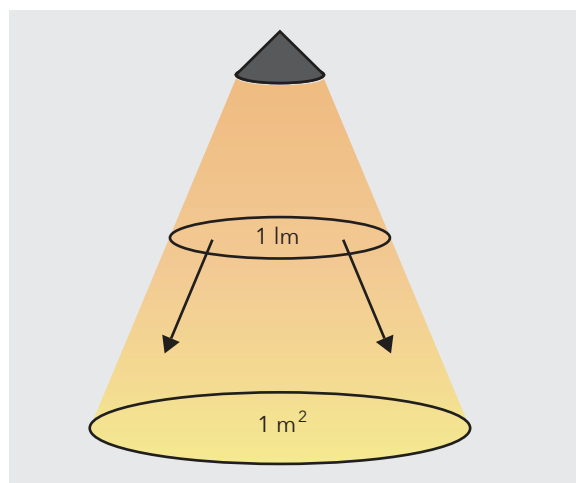
$$MV = \frac{dF}{dS}$$

**MV** es la emitancia, medida en lux (no usa el plural luxes).

**dF** es el flujo luminoso emitido, en lúmenes.

**dS** es el elemento diferencial de área de emisión considerado, en metros cuadrados.

La emitancia luminosa se puede definir a partir de la magnitud radiométrica de la emitancia radiante sin más que ponderar cada longitud de onda por la curva de sensibilidad del ojo.



IMÁGEN 10. Relación del flujo luminoso e iluminancia

### INTENSIDAD LUMINOSA

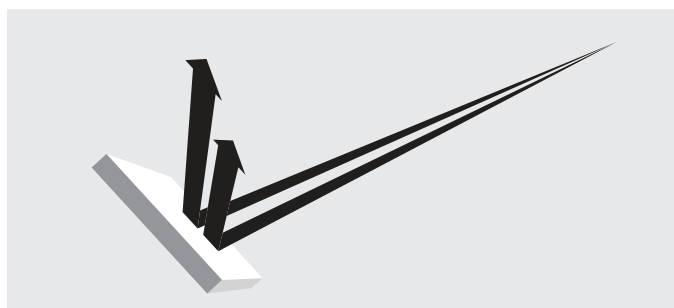
En fotometría, la intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la **candela (cd)**.



**LUMINANCIA**

En Fotometría, la luminancia se define como la densidad angular, rectangular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada. Alternativamente también se puede definir como la densidad superficial de intensidad luminosa en una dirección dada.

Se puede considerar que el equivalente psicológico de la luminancia es el brillo o la brillantez. Por ejemplo, considerando el caso de la emisión o reflexión de luz por parte de superficies planas y difusas, la luminancia indicaría la cantidad de flujo luminoso que el ojo percibiría para un punto de vista particular. En este caso, el ángulo sólido que interesa es el subtendido por la pupila del ojo.



IMÁGEN 11. Representación de luminancia

**RESUMEN DE UNIDADES**

Magnitud	Símbolo	Unidad	Abrev.
Energía lumínica	$Q_v$	lumen segundo	lm·s
Flujo luminoso	F	lumen (= cd·sr)	lm
Intensidad luminosa	$I_v$	candela (= lm/sr)	cd
Luminancia	$L_v$	candela por metro cuadrado	cd/m <sup>2</sup>
Iluminancia	$E_v$	lux (= lm/m <sup>2</sup> )	lx
Emitancia luminosa	$M_v$	lux (= lm/m <sup>2</sup> )	lx
Exposición luminosa	$H_v$	lux segundo	lx·s
Eficacia luminosa	$\eta$	lumen por vatio	lm/W

**NIVELES DE ILUMINACIÓN**

A continuación se encuentra un resumen de niveles de iluminación recomendados por Sylvania, para diferentes áreas, según normativas de INTECO y IESNA:

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MINIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DIA	BLANCO	BLANCO CALIDO
<b>ASCENSORES</b>						
Interior	300	500	700		-	-
Rellano	50	100	200		-	-
<b>EDIFICIOS AGRÍCOLAS</b>						
Garajes, cocheras: Alumbrado general	50	100	200	-	-	
Reparaciones	200	300	500	-	-	
Graneros, almacenes: general	50	150	300			
Gallineros, porquerizas y conejeros	50	150	300			
Preparación de los alimentos al ganado	100	200	400			
<b>ENSEÑANZA</b>						
Dibujo de arte, industrial y costura	500	700	1000		-	-
Gimnasios	150	300	500		-	-
Pizarras	300	500	700		-	-
Salas de clases y laboratorios	200	500	1000		-	-
Salas de conferencias	200	500	1000		-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	500	700		-	-
Vestuarios, tocadores, lavabos	50	100	250		-	-
<b>GARAJES</b>						
Parkings	100	150	300	-	-	
Reparaciones	200	300	500	-	-	
<b>HABITACIONES</b>						
Cuartos de baño: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Espejos	200	500	1000		-	-
Cocinas	150	300	600		-	-
Cuartos de estar: Alumbrado general	70	200	400		-	-
Lectura	200	500	700		-	-
Cuartos de niños	70	200	400		-	-
Dormitorios: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Camas	200	500	800		-	-
Escaleras	100	150	300		-	-
Trabajo de escolares en casa	300	500	750		-	-
<b>HOSPITALES Y CLINICAS</b>						
Camas	100	200	400		-	-
Habitaciones y salas: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Alumbrado de noche	10			-	-	-
Sobre la cama, examen y lectura	300	500	750		-	-
Gabinetes dentales, sillón	700	2500	5000	-	-	-
Salas de espera	200	400	600		-	-
Laboratorios (Patología e información)	300	500	1000	-	-	-
Mesas de operación	3000	5000	8000	-	-	-
Quirófanos	300	500	1000		-	-
Salas de examen	300	500	1000		-	-
Salas de recepción y espera	200	400	600		-	-
<b>CAFES Y RESTAURANTES</b>						
Cocinas	200	400	700		-	-
Comedores y salones	100	300	600		-	-
Dormitorios: Alumbrado general	100	200	400		-	-
Camas	200	500	800		-	-
Recepción: Alumbrado general	100	200	400		-	-
Alumbrado localizado	300	500	750		-	-
<b>LOCALES INDUSTRIALES</b>						
<b>Comunes a todas las categorías</b>						
Alumbrado general	100	200	400	-	-	
Depósitos	50	200	400		-	-
Embalaje	100	200	400		-	-
Entrada, pasillos, escaleras	100	200	500		-	-
Instrumentos de medida y control	300	500	1000		-	-
Oficinas de dibujo: Alumbrado general	100	200	500		-	-
Sobre las mesas de dibujo	700	1000	2000		-	-
Industrias bastas: Forja, laminación	200	400	600		-	-
Industrias gran precisión	1000	2500	5000	-	-	-
Industrias de precisión: Ajuste, pulido	600	1000	2000	-	-	-
Industrias muy bastas	70	80	150		-	-
Industrias ordinarias: Taladros, torneado	300	600	800	-	-	-
<b>Imprenta y Artes Gráficas</b>						
Guillotinas y apisonadoras	300	500	1000	-	-	-
Máquinas de composición mecánica	300	500	1000	-	-	-
Máquinas: salida de las hojas	300	500	1000	-	-	-
Máquinas para batir tintas	700	1000	2000	-	-	-
Mesas de arreglo, composición	700	1000	2000	-	-	-

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACION (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MINIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DIA	BLANCO	BLANCO CALIDO
<b>Industrias Alimenticias</b>						
Engatillado, cerrado de cajas	300	500	1000	-	-	-
Ensacado	150	200	400	-	-	-
Escogido	300	500	1000	-	-	-
Esterilización	300	500	1000	-	-	-
Frigoríficos: Cámara frigorífica	50	100	200	-	-	-
Salas de máquinas	150	200	400	-	-	-
Laboratorio	300	500	1000	-	-	-
Preparación de pastas, llenado de latas	250	400	600	-	-	-
Tratamiento de subproductos	150	200	400	-	-	-
<b>Industrias Metalúrgicas</b>						
Alumbrado localizado en los moldes	500	700	1200	-	-	-
Cabina de pulverización	700	1000	2500	-	-	-
Laminado, cizallado y trefilado	200	300	600	-	-	-
Nave de guarnecido de carrocerías	200	300	600	-	-	-
Preparación de chapas, pintura	300	500	1000	-	-	-
Dosificación y mezcla de los colores	2000	3500	5000	-	-	-
Pulido de pinturas, decoración, acabado	300	500	1000	-	-	-
Inspección: Detalles a verificar minúsculos	3000	4000	5000	-	-	-
Detalles a verificar mediano	300	600	1200	-	-	-
Detalles a verificar fino	1000	2000	3000	-	-	-
Detalles a verificar muy finos	1500	2500	4000	-	-	-
Rebarbado	200	300	600	-	-	-
Talleres de montaje: Piezas muy pequeñas	1000	1500	3000	-	-	-
Talleres de montaje de piezas medianas	200	300	600	-	-	-
Talleres de montaje de piezas pequeñas	500	1000	2000	-	-	-
Talleres: Modelado, embutición, fusilaje	200	300	600	-	-	-
Trabajos de piezas medianas en banco	300	500	1000	-	-	-
Trabajos de piezas pequeñas en banco	500	700	1200	-	-	-
Trabajos muy finos en banco o máquina	1000	1500	3000	-	-	-
<b>Industrias Químicas</b>						
Delante de los aparatos como: molinos	200	300	600	-	-	-
Molido, mezclado, triturado	200	300	500	-	-	-
Sobre el plano de la mesa	300	600	1200	-	-	-
Sobre mesas y pupitres	200	300	600	-	-	-
Sobre niveles, manómetros	300	500	1000	-	-	-
<b>Industrias Textiles</b>						
Alumbrado localizado	1000	2000	3000	-	-	-
Comparación de colores	700	1000	2500	-	-	-
Control final	500	700	1200	-	-	-
Preparación: Mezcla, vareado, estirado	150	300	600	-	-	-
Talleres de corte	300	500	1000	-	-	-
Trabajos sobre el bastidor	300	500	1000	-	-	-

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACION (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MINIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DIA	BLANCO	BLANCO CALIDO
<b>Industrias Del Transporte</b>						
<b>Estación de Ferrocarril</b>						
Sala de espera	100	200	400	-	-	-
<b>Estaciones de Servicio</b>						
Lavado y reparaciones	200	300	500	-	-	-
Patios y accesos	150	200	500	-	-	-
Surtidores	200	300	600	-	-	-
<b>Garajes de Automóviles</b>						
Lavado, engrase, cuidado en general	100	150	300	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-
<b>Hangares de Aviones</b>						
Alumbrado general	200	300	600	-	-	-
Entrenamiento y reparaciones	300	600	1000	-	-	-
<b>Muelles Marítimos</b>						
Mercancías	50	100	200	-	-	-
Viajeros	100	200	400	-	-	-
<b>Venta de Billetes</b>						
Alumbrado general	100	150	300	-	-	-
Andenes de viajeros	100	200	400	-	-	-
Casilleros, Distribuidores y taquillas	300	600	1000	-	-	-
Salas de equipajes	100	150	300	-	-	-
<b>OFICINAS Y ADMINISTRACIONES</b>						
Archivos	100	200	400	-	-	-
Manejo de libros, mecanografía	300	600	1000	-	-	-
Vestibulos, habitaciones de paso	150	600	700	-	-	-
<b>TIENDAS</b>						
<b>Grandes Superficies</b>						
Alumbrado general	300	500	1000	-	-	-
Escaparates sobre calle comercial	1000	3000	5000	-	-	-
Escaparates sobre calle no comercial	500	1000	2000	-	-	-
Estantes de mercancías	100	200	400	-	-	-
Presentaciones, especiales y vitrinas	1000	2000	3000	-	-	-
Sobre los mostradores	500	700	1200	-	-	-
<b>Pequeñas Superficies</b>						
Alumbrado general	200	300	500	-	-	-
Sobre los mostradores	300	500	700	-	-	-
Escaparates	500	1000	2000	-	-	-



### Luminaria Batwing Sylvania

**Para iluminación indirecta.** Crea espacios confortables a través de una distribución luminosa difusa, la cual se produce por el rebote de rayos de luz en el cuerpo de la luminaria..

# Capítulo 2: Tipos de Lámparas



**Se define como lámpara a la fuente de luz, en este capítulo se describirán las diferentes lámparas creadas a lo largo del tiempo, poniendo especial énfasis en el LED.**

## 2.1 Lámparas Incandescentes

La lámpara incandescente es la lámpara de la iluminación del hogar, del alumbrado decorativo. Es la fuente de luz artificial más próxima a la luz del día.

Se las puede separar en dos grandes grupos: lámparas incandescentes tradicionales y lámparas incandescentes halógenas.

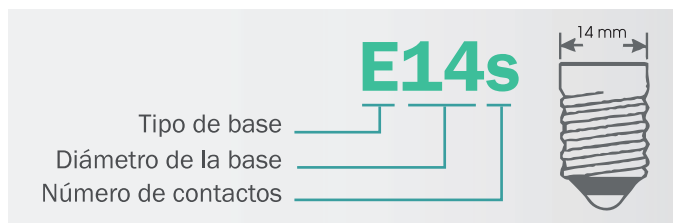
En ambos grupos se las podrá hallar para funcionamiento en baja tensión (6, 12, 24, 48, 110 volts, etc) y para 220 volts.

Las incandescentes tradicionales se fabrican en los tipos Standard clara y opalina, con filamento reforzado, decorativas, reflectoras de vidrio soplado, reflectoras de vidrio prensado PAR 38 y 56, etc. Este tipo de lámparas tiene una vida útil del orden de las 1000 horas.

## 2.1 Tipos de Bases para Bulbos

El casquillo es la parte del bulbo que encaja dentro de las bases. Suele estar construido con algún tipo de metal u otro material que permita el paso de electricidad al bulbo. A continuación se muestra cómo entender la nomenclatura que en el empaque de los bulbos se refiere al tamaño y las características de su casquillo.

### NOMENCLATURA



### TIPOS DE BASES

- E** - Rosca tipo Edison
- B o BA** - Casquillo tipo Swan o de bayoneta
- C** - Contacto de presión de tubo circular
- G** - Contacto por clemas de presión simples
- GX** - Contacto por clemas de presión reforzadas
- GU** - Contacto por clemas para bombillas con protección de emisión calorífica trasera
- GZ** - Contacto por clemas para bombillas de alta emisión calorífica trasera
- R** - Casquillos para lámparas rectilíneas con terminales simples
- RX** - Casquillos para lámparas rectilíneas con terminales reforzados
- Fa** - Casquillos para lámparas rectilíneas con terminal macho

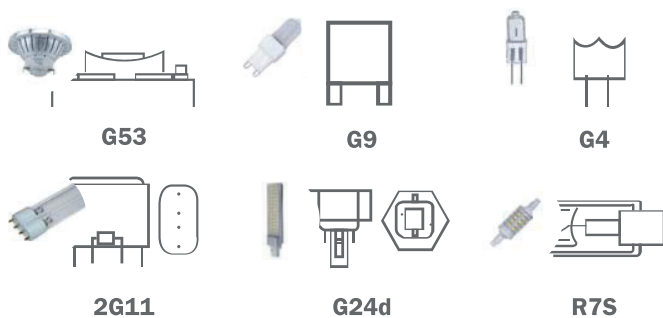
### DIÁMETRO DE BASES

- 10 mm** - Lámparas miniatura
- 11 mm** - Lámparas de bajo consumo
- 12 mm** - Lámparas tipo bi-pin
- 13 mm** - Tubos fluorescentes
- 14 mm** - Rosca Edison pequeña, vela
- 15 mm** - Lámparas rectilíneas
- 27 mm** - Rosca Edison estándar
- 40 mm** - Rosca Edison gigante

### NÚMERO DE CONTACTOS

- S** - Contacto sencillo
- D** - Contacto doble
- Q** - Contacto cuádruple





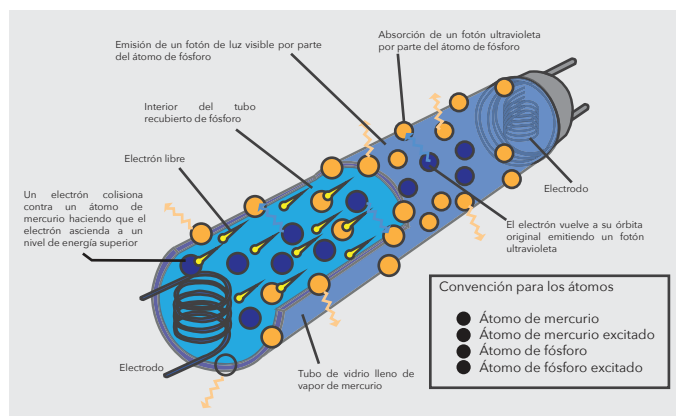
### 2.3 Lámparas Fluorescentes

Se conoce por luminaria fluorescente, al conjunto que forman una lámpara, denominada tubo fluorescente, y una armadura, que contiene los accesorios necesarios para el funcionamiento.

La lámpara consiste en un tubo de vidrio fino revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos, aunque generalmente no contienen el elemento químico fósforo y no deben confundirse con él. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases.

#### BALASTRO (ELECTRÓNICO)

Consta de un circuito electrónico y una pequeña bobina con núcleo de ferrita. Genera: dos bajas tensiones para encender los filamentos de los extremos y una alta tensión de alta frecuencia (decenas de kHz) aplicada entre los extremos. Ambos procesos suman sus efectos para ionizar los gases y así producir el plasma conductor que generará la radiación UV. Por regla general, los tubos que emplean el balastro electrónico tienen un rendimiento lumínico notablemente superior, y una vida media mucho más larga que los que usan el inductivo.



IMÁGEN 12. Funcionamiento del tubo fluorescente

### 2.4 Otras Lámparas de Descarga

El funcionamiento de una lámpara de descarga se basa en el fenómeno de la luminiscencia, el cual consiste en la producción de radiaciones luminosas con un escaso aumento de la temperatura, por lo que se las llama lámparas frías.

La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

#### Entre las lámparas de descarga se encuentran:

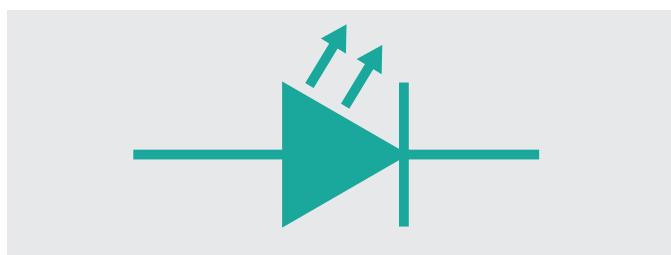
- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.
- Lámpara de luz de mezcla entre alta presión e incandescentes.
- Lámparas de halogenuros metálicos.
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión.
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión.

### 2.5 LED

Un diodo emisor de luz o led (en inglés light-emitting diode) es una fuente de luz constituida por un material semiconductor dotado de dos terminales. Se trata de un diodo de "unión p-n", que emite luz cuando está activado. Si se aplica una tensión adecuada a los terminales, los electrones se recombinan con los huecos en la región de la unión p-n del dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto se denomina electroluminiscencia, y el color de la luz generada (que depende de la energía de los fotones emitidos) viene determinado por la anchura de la banda prohibida del semiconductor.

Los LED son normalmente pequeños (menos de 1 mm<sup>2</sup>) y se les asocian algunas componentes ópticas para configurar un patrón de radiación.

Hoy en día, los LED ofrecen muchas ventajas sobre las fuentes convencionales de lámparas incandescentes o fluorescentes, destacando un menor consumo de energía, una vida útil más larga, una robustez física mejorada, un tamaño más pequeño así como la posibilidad de fabricarlos en muy diversos colores del espectro visible de manera mucho más definida y controlada; en el caso de LED multicolores, con una frecuencia de conmutación rápida.



IMÁGEN 13. Símbolo eléctrico del LED

## 2.6 Beneficios del LED



**EFICACIA**  
30-75% menos potencia que otras fuentes. Más lúmenes por menos watts.

**AMIGABLE CON EL AMBIENTE**  
No contiene arsénico, mercurio ni gases tóxicos.

**LIBRE UV**  
Prácticamente no emite radiación UV ni infrarrojo.

**EFICIENCIA**  
Presenta una gran eficiencia en conjunto con lentes ópticos, difusores y materiales reflectivos.

**TEMPERATURA**  
Produce entre 20-50% menos calor que fuentes convencionales.

**ATENUACIÓN**  
La atenuación del LED es más sencilla que en otras fuentes luminosas.

### OTROS BENEFICIOS



**RESISTENCIA**  
Fabricado con componentes en estado sólido que son resistentes a los golpes y vibración.

**TAMAÑO**  
Por el tamaño del LED, se pueden diseñar luminarias cada vez más pequeñas.

**VIDA ÚTIL**  
La depreciación luminosa se da en tiempos mayores que fuentes comunes. Vida útil cada vez mayor.

**POCO MANTENIMIENTO**  
Por su vida útil se requiere muy poco mantenimiento.

**VARIEDAD DE COLORES Y CCT**  
Variedad en temperaturas de color y colores.

**RESUMEN**  
Actualmente, a nivel comercial, el LED es la mejor opción a nivel de costo -eficiencia energética- y vida útil.

## 2.7 Funcionamiento Básico LED

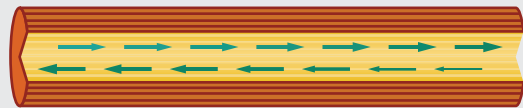
Cuando existe una diferencia de potencial entre los terminales, los electrones del terminal más positivo se moverán hacia el terminal más negativo, esto en referencia a los electrones libres de los átomos, muchos electrones al recombinarse con los huecos que dejaron otros electrones libres, liberan energía excedente en forma de luz (fotones de luz), el color con el que se iluminara el LED se determina a partir de la banda de energía del semiconductor, es proporcional a la energía del propio foton.

El diodo LED funciona a corriente continua. por lo tanto, si se requiere que funcione en una instalación de corriente alterna (CA) se necesita de un controlador (driver) que convierta la CA en CC y que a su vez disminuya el voltaje. Además, al ser un diodo, solamente emite luz cuando es polarizado correctamente en sus bornes. El ánodo se debe conectar al positivo y el cátodo al negativo.

Como hemos dicho los diodos LED no pueden conectarse directamente a tensión de red, y debido a su resistencia interna muy baja, no pueden ser alimentados a tensiones altas, ya que la corriente que circularía por ellos sería tan elevada que los destruiría instantáneamente.

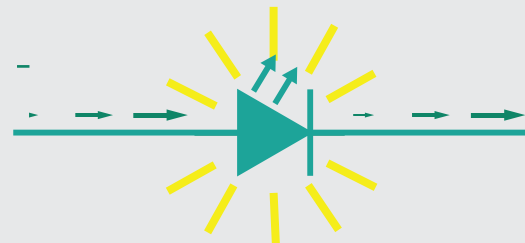
### Corriente alterna

En un alambre de cobre, la corriente fluye en ambos sentidos



### Corriente directa

El LED, al ser semiconductor, la corriente va a fluir en un solo sentido



IMÁGEN 14. Corriente alterna y Corriente directa

**FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL LED**

**SELECCIÓN DE LOS LED**

Bin es una metodología manejada por los fabricantes de LED, para seleccionar productos similares a nivel de tensión, color y flujo luminoso.

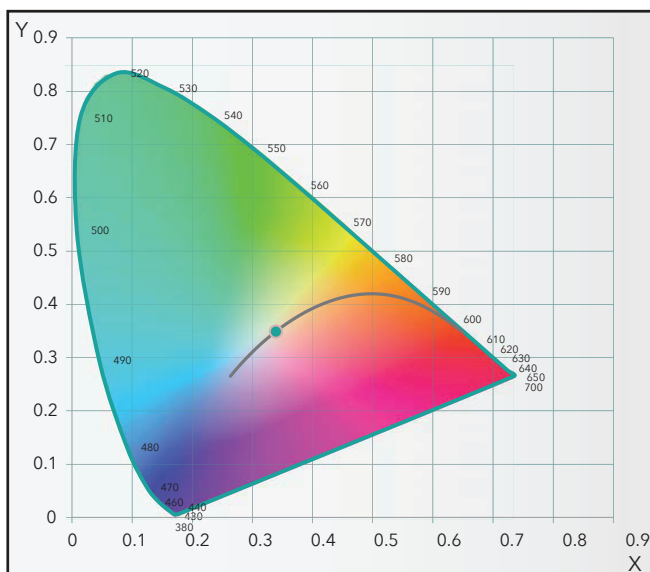
Para fabricar un LED, se inicia con una superficie que se recubre con varios materiales para crear un semiconductor, que será la estructura principal del LED. Esta superficie es cortada en pequeños rectángulos, que luego de ser cableados se les inserta un recubrimiento de fósforo. Finalmente, el ensamble es encapsulado.

El recubrimiento y la inserción de fósforos crean variaciones al mismo proceso que afectan el flujo luminoso, temperatura de color y voltaje de las piezas.

A pesar de que la industria ha gastado mucho dinero tratando de minimizar esta variabilidad en la producción, el resultado final en el proceso no ha podido generar una consistencia precisa en la producción del LED. Esto ha hecho que, los fabricantes de LED dividen sus producciones en bins que consideran flujo luminoso, color y algunas veces voltaje. Esta acción permite a los fabricantes seleccionar LED que estén en el rango aceptable de desempeño.

Para realizar la selección del flujo luminoso y voltaje se hace un proceso bastante lineal y sencillo, ya que implica mediciones simples y se puede organizar el producto con la precisión que se quiera, pero cuando se habla de temperatura de color el proceso resulta un poco más complejo.

En la gráfica de color CIE 1931 se muestra en una curva, el comportamiento que tendría un "cuerpo negro" (un objeto que absorbe toda la radiación electromagnética) al calentarlo y relacionar esta elevación de temperatura con la apariencia de color de la luz, un filamento incandescente es un material similar a un cuerpo negro y genera la luz por calentamiento (hasta el punto de alcanzar la incandescencia). Mientras se calienta el objeto, la luz que emite progresa en una secuencia de colores, desde el rojo hacia el naranja, al blanco y al azul.



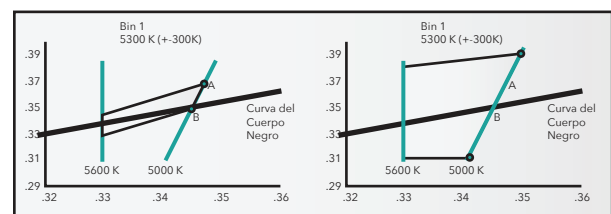
**IMÁGEN 15.** Gráfico cromático CIE 1931

Esta secuencia de colores es descrita por la curva en la gráfica de color y es la referencia que se utiliza en la industria para definir la temperatura de color expresada en Kelvin. El resto de las tecnologías no incandescentes generan la luz de otras maneras y buscan referir el color de la luz a esta gráfica con un término llamado CCT (Corelated Color Temperature).

Los cambios en la temperatura de color de un cuerpo negro (o filamento) ocurren en el transcurso de la curva, pero las variaciones en los LED u otras tecnologías ocurren también fuera de esa curva, así los puntos por arriba de la curva serán verdosos y los puntos por debajo de la curva serán rosados. En la práctica esto significa que especificar una temperatura de color no asegura tener una uniformidad en el comportamiento de la luz. En las gráficas se ilustran dos bins hipotéticos, ambos centrados en una CCT de 5300 k con una variación de más menos 300 K. El bin 1 tiene cierta variación potencial en los colores ya que se extiende por encima y debajo de la curva de cuerpo negro.

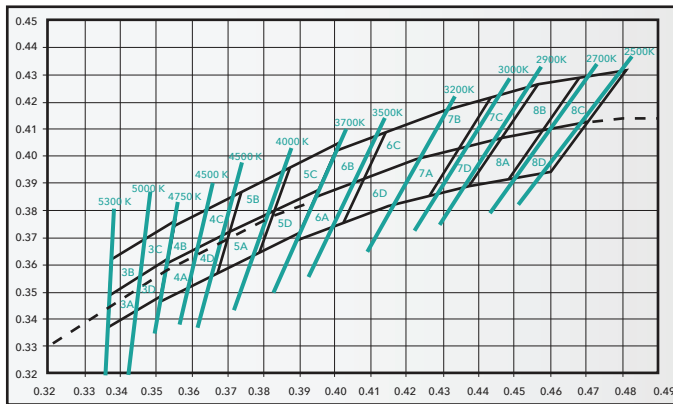
El bin 2 tendrá entonces cuatro veces más variación potencial de color, aunque ambas pudieran describirse de la misma manera, los puntos A y B podrían ser dos lámparas que estando dentro de un mismo bin tienen un color diferente.

El nivel en el cual un color se vuelve diferente a otro de manera perceptible está referido por una medida que se llama Elipse MacAdam determinado por una desviación de uniformidad de color, estas elipses se acomodan en la gráfica de color y representan una zona (en forma de elipse) en la cual nuestros ojos no notan de manera significativa una diferencia entre un color y otro, así una desviación de 1 SDCM (standard deviation of color matching) es prácticamente imperceptible para nuestros ojos, de dos a cuatro es perceptible y más de 4 es muy perceptible. La ANSI (American National Standards Institute), en un esfuerzo por generar una referencia de consistencia en los colores de los Leds creo un modelo (C78.377A) a base de esta referencia que se considera lo mínimo aceptable para poder ser candidato a la certificación Energy Star R. La idea es que cualquier fabricante que quiera que su producto sea considerado de la mínima calidad aceptable tendría que al menos ajustarse a estos parámetros y utilizar un LED con un bin consistente.



**IMÁGEN 16.** Acercamiento CIE 1931

Para los fabricantes de equipos a base de LED resulta un elemento indispensable para hacer módulos LED, y sin tomar en cuenta estos bins es condenar a un producto a tener muchas variables de color o flujo luminoso que generarán en el público una sensación de mala calidad y una falta de confort visual, para nosotros los humanos es una explicación del por qué, a veces, vemos los LED con diferencias de color y por qué nuestra decisión de seleccionar un producto sobre otro debe considerar factores como la plena confianza en una marca que por su calidad reconocida nos ofrezca el máximo esfuerzo por lograr la mayor consistencia posible.



IMÁGEN 17. Acercamiento CIE 1931

A continuación se muestra la escala de temperatura de color acordada, conforme a estándares a nivel mundial:

CCT Nominal	Rango CCT
2700 K	2580 - 2870 K
3000 K	2870 - 3220 K
3500 K	3220 - 3710 K
4000 K	3710 - 4260 K
4500 K	4260 - 4746 K
5000 K	4745 - 5311 K
5700 K	5310 - 6020 K
6500 K	6020 - 7040 K

IMÁGEN 18. Rango CCT según ANSI

**VIDA ÚTIL**

La tecnología LED ha revolucionado la industria de la iluminación, una de las principales razones son los prolongados periodos de “vida útil”. Vamos a entender este término como el periodo en que el LED emite un porcentaje de flujo luminoso (lúmenes) menor al original a lo largo de cierta cantidad de horas de funcionamiento. A este proceso de disminución se le llama “depreciación de flujo luminoso”. Para estandarizar este dato se realizó una escala dependiendo del porcentaje de flujo luminoso mantenido, de la siguiente manera:

- L90** = 90% flujo luminoso. 10% de depreciación
- L80** = 80% flujo luminoso. 20% de depreciación
- L70** = 70% flujo luminoso. 30% de depreciación

A manera de estándar se entiende que cuando se ha alcanzado un 30% de depreciación se recomienda reemplazar el sistema ya que se considera éste como el final de su vida útil, el sistema seguirá funcionando pero con un evidente impacto en los niveles de iluminación.

**¿Cómo se mide y proyecta la vida útil de un LED?**

**LM-80:** Es un protocolo de pruebas de laboratorio en el que se toma una muestra de alrededor de 20 LEDs y se encienden

a temperaturas establecidas (2 impuestas y 1 seleccionada por el fabricante). Se toman varias mediciones principalmente fotométricas (flujo luminoso, Temperatura de color, etc) con el fin de conocer las variaciones que pueden ocurrir a lo largo del tiempo. Se realizan por periodos mínimos de 6000 hrs continuos, con mediciones cada 1000 horas. Usualmente los fabricantes realizan entre 10000 y 12000 horas. El reporte contiene solamente información de las mediciones durante el periodo de la prueba, para poder saber que va a pasar con el LED a lo largo del tiempo debemos hacer una proyección de estos datos.

**TM-21:** Corresponde al método de proyección o predicción estadística de la depreciación del flujo luminoso, tomando como base los datos obtenidos de LM-80. De esta manera conoceremos como se comportará el LED a futuro. Esto se logra utilizando herramienta de cálculo (archivo Excel, descargable desde la página de Energy Star) en el cual ingresamos los datos de laboratorio, indicamos el periodo que queremos calcular (por ejemplo L70) y automáticamente se realiza el cálculo.

La nomenclatura correcta para indicar la Depreciación de Flujo Luminoso es la siguiente:

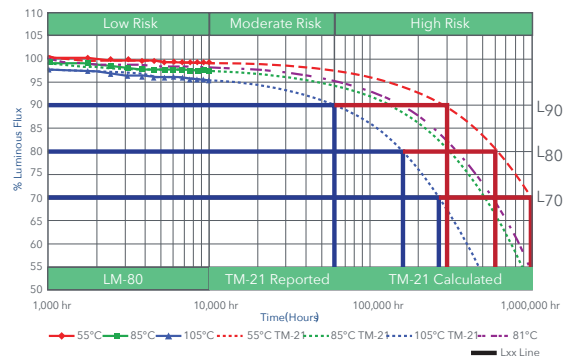
$$L(\% \text{ de flujo luminoso})(\# \text{ horas de prueba}) = (\# \text{ horas proyectadas})$$

**Ejemplo:** L70 (10k) = 60000hrs @55°C

**Cuidados que se deben tomar en cuenta:**

El método fue diseñado para obtener los datos, pero el uso que se le vaya a dar depende de los objetivos de cada fabricante. Pensando en el cliente final debemos cuidar que lo que se le vaya a ofrecer sea algo real, y apegado al funcionamiento real del producto que se le está ofreciendo. Es recomendable verificar la siguiente información a la hora de revisar una ficha técnica:

1. ¿Los datos están respaldados por una prueba estandarizada LM-80?
2. ¿La proyección fue realizada por medio de la herramienta de cálculo TM-21?
3. ¿La información se indica de manera clara, con todos los datos necesarios (horas de prueba, temperatura de operación, etc)?
4. ¿Se indica un valor reportado o calculado? Si el dato es 6 veces mayor al número de horas de la prueba, es un valor calculado, por lo tanto de mayor incertidumbre.



IMÁGEN 19. Proyección TM-21 con datos de LM-80





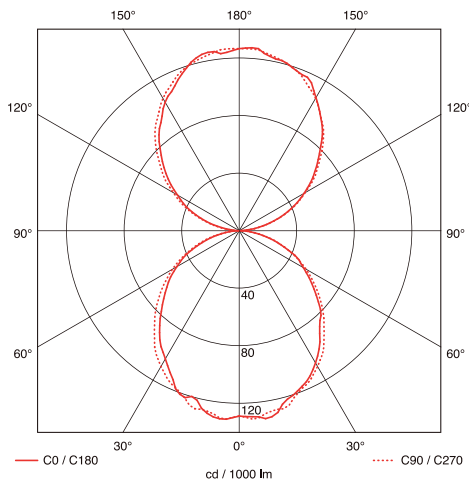
# Capítulo 3: Luminarias

**Toda fuente de luz, requiere de un sistema completo que proteja todos los elementos eléctricos y electrónicos, además que produzca los efectos de reflexión y transmisión para crear múltiples ópticas utilitarias.**

Es por esto que se puede definir luminaria como un sistema de iluminación que distribuye la luz emitida por una o varias lámpras y que contienen todos los accesorios necesarios para su fijación, protección y conexión al circuito de alimentación.

**3.1 Curva de distribución luminosa**

La curva de distribución luminosa es el resultado de tomar medidas de intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y transcribirlas en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares. La distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección ( a mayor distancia mayor intensidad ). Estas mediciones se efectuan en distintos planos verticales de la luminaria, ya que la emisión de luz podrá diferir de uno a otro plano según el tipo de lámpara y de difusor.



IMÁGEN 20. Gráfico Polar, luminaria Aria Wall Sylvia

La curva de distribución luminosa polar de una luminaria se representa mostrando dos de sus planos verticales; el transversal y el longitudinal ( 0° y 90° ).

Una vez conformada la curva de distribución luminosa, esta dará lugar a todo el resto de la información fotométrica suministrada por el laboratorio (rendimiento de la luminaria, coeficiente de utilización, gráfico de luminancias, curvas isolux, etc.)

Mediante la curva de distribución luminosa podrá calcularse la iluminancia que produce una luminaria en un punto de superficie. En efecto, si el tamaño de la fuente luminosa y la distancia de la superficie permiten aplicar la "ley de la inversa de los cuadrados", podrá calcularse dicha iluminancia tomando de la curva la intensidad luminosa en el ángulo correspondiente a la dirección de enfoque aplicando la "ley del coseno".

**3.2 LM-79**

En 2008, la Sociedad de Ingeniería de Iluminación de América del Norte (IES) publicó el documento LM-79-08, que se refiere a un método de medición de productos LED aprobado para sistemas eléctricos y fotométricos.

Dentro de las mediciones que se pueden realizar bajo la norma LM -79 se encuentran las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Se pueden realizar varias mediciones eléctricas como parte LM-79, incluyendo:

- Tensión de entrada, expresada en voltios (V). La prueba se realiza con el producto encendido a su voltaje nominal de entrada.
- Corriente de entrada, expresada en amperios (A). La corriente de entrada puede ser corriente directa (DC) o corriente alterna (AC).
- Potencia de entrada, expresada en vatios (W). La potencia de entrada es esencial para determinar el ahorro de energía.
- Factor de potencia (PF), es una métrica de calidad de valor decimal sin unidad entre cero y uno. PF se calcula dividiendo la potencia de entrada por el producto de la tensión de entrada y corriente de entrada.

**EFICIENCIA LUMINOSA**

La eficacia luminosa de una fuente de luz es la relación existente entre el flujo luminoso (en lúmenes) emitido por una fuente de luz y la potencia (en vatios) W.

Dependiendo del contexto, la potencia puede ser el flujo radiante o puede ser la potencia eléctrica consumida por la fuente.

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ**

Una vez que se ha determinado la salida de luz total de un producto LED, Es importante entender hacia dónde se dirige esta luz. Más luz no es necesariamente de beneficio si no se entrega donde se necesita; Por lo tanto, la producción de luz total sólo debe utilizarse

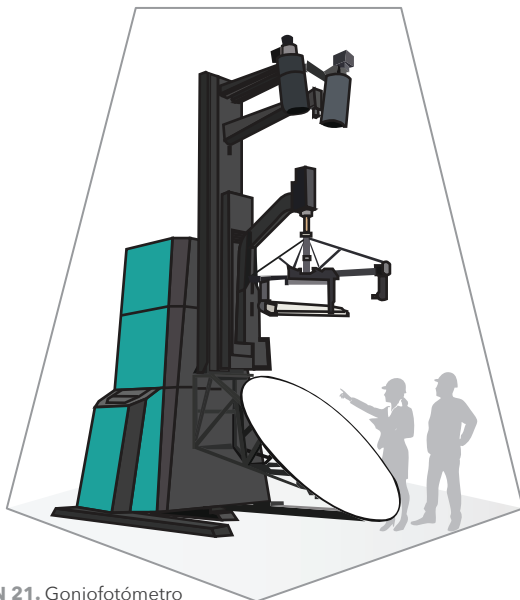
para comparar productos que distribuyen la luz de una manera similar. La intensidad luminosa, expresada en candelas (cd), se mide en una variedad de ángulos para permitir la caracterización de la distribución espacial de la luz. Estos datos de intensidad se utilizan para calcular una variedad de mediciones con el fin de generar diagramas que pueden encontrarse en informes fotométricos, dependiendo del tipo de producto y la aplicación prevista.

A nivel Fotométrico se generan los siguientes resultados:

1. Diagrama Polar
2. Luminancia de la fuente luminosa o de la luminaria.
3. Ángulos de haz de luz.
4. Criterios del espacio.
5. Zonas de Iso-iluminancia
6. Diagramas Cromáticos

**USO DE LM-79**

En este momento, LM-79 es de uso voluntario, por lo que en ningún país es obligatorio su uso. A nivel regional existen muy pocos laboratorios certificados para realizar este tipo de estudios, por lo que generalmente se acude a laboratorios Norteamericanos. Actualmente, Sylvania Américas está haciendo un esfuerzo por certificar algunas luminarias bajo este reporte, por lo en caso de que se requiera este tipo de certificados, se pueden brindar por el servicio gracias a alianzas que se tienen con importantes laboratorios en Estados Unidos acreditados por NVLAP.



**IMÁGEN 21.** Goniómetro

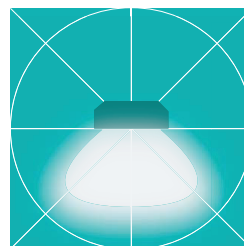
Un Fotogoniómetro ó Goniómetro es un dispositivo usado para medir la luz emitida de un objeto en ángulos diferentes.

**3.3**

**La Distribución Luminosa**

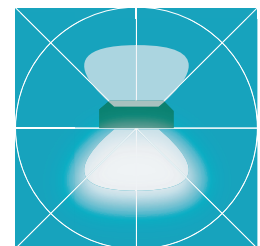
La más importante de las funciones que cumple una luminaria es la de "modificar" la distribución del flujo luminoso que emana de la fuente a la cual contiene. Así podrá convertirse en un proyector, haciendo que la emisión sea fuertemente concentrada, o en difusora, y apantallar las lámparas ocultándolas del ángulo de visión para evitar el deslumbramiento.

Por la forma en que las luminarias distribuyen el flujo luminoso, se clasifican básicamente en seis grupos: directa, semi-directa, general difusa, directa-indirecta, semi-indirecta e indirecta.



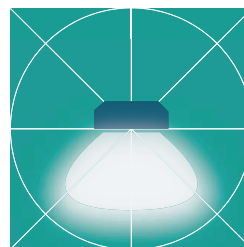
**A. DIRECTA**

El haz de luz se dirige directamente sobre la superficie a iluminar.



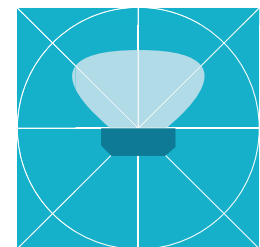
**B. INDIRECTA**

Un 90 a 100% de luz se dirige hacia el techo y se distribuye en el ambiente por refracción.



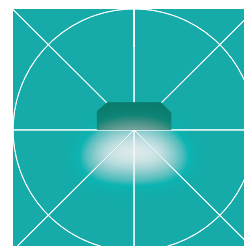
**C. SEMI-INDIRECTA**

Una pequeña parte se dirige hacia abajo y la mayor parte es dirigida hacia el techo.



**D. UNIFORME**

El 50% hacia el techo y el otro 50% se difunde hacia la superficie a iluminar.



**E. SEMI-DIRECTA**

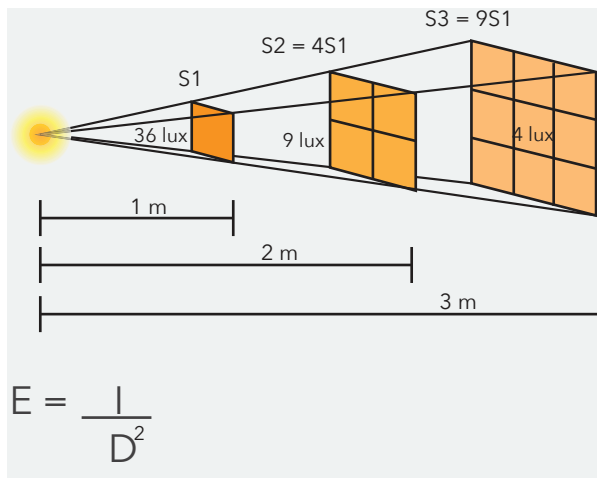
Un 40% de la luz llega a la superficie a iluminar. Requiere un difusor.

# Capítulo 4: Estudios de Iluminación

## 4.1 Leyes Fundamentales

### LEY DE LA INVERSA DE LOS CUADRADOS

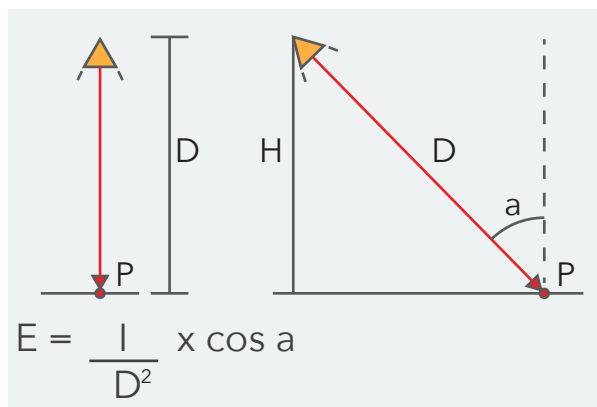
“La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia existente entre la fuente de luz y la superficie iluminada” (Sólo fuentes puntuales).



IMÁGEN 22. Ley de la inversa de los cuadrados

### LEY DEL COSENO

“La iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia” (Este ángulo es el formado por la dirección del rayo incidente y la normal a la superficie en el punto de incidencia P).



IMÁGEN 23. Ley del coseno

## 4.2 Métodos de Cálculo

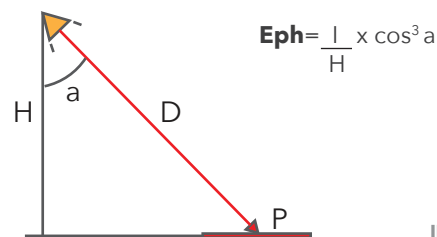
### El método Punto por Punto:

A diferencia del “Método de las Cavidades Zonales”, donde se calcula el “Nivel medio” de iluminación sobre un plano de trabajo considerando el aporte de las reflexiones de paredes, techo y piso y además la incidencia de un factor de mantenimiento o conservación de la instalación, el “Método punto por punto” se basa en la cantidad real de luz que se produce en un “punto” del area iluminada.

Para aplicar este método, se deberá conocer la forma en que la luminaria distribuye el flujo luminoso que emite la fuente de luz ( “Curva de distribución luminosa”) y verificar que se cumpla la “Ley de la inversa de los cuadrados”.

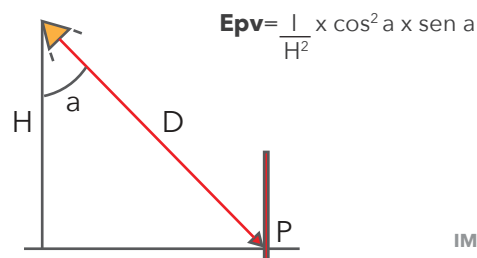
Las fórmulas para el cálculo del nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal o vertical, son básicamente las que se han visto al tratar la “Ley del coseno”.

### En el plano horizontal:



IMÁGEN 24. Plano horizontal

### En el plano vertical:



IMÁGEN 25. Plano vertical

### Donde:

**Eph**= Nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal ( en Lux ).

**Epv**= Nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical ( en Lux ).

**I**= Intensidad luminosa en una dirección dada ( en candelas )

**H**= Altura de montaje de la luminaria normal al plano horizontal que contiene al punto.

**a**= Ángulo formado por el rayo de luz y la vertical que pasa por la luminaria.

### 4.3 Cálculo de Iluminación de Interiores

#### El Método de las Cavidades Zonales

Existen varios métodos para calcular el nivel medio de iluminación en interiores ( Método del flujo luminoso, Método del rendimiento de la luminaria y el Método de las cavidades zonales ).

El método de cavidades zonales, como su nombre sugiere, divide al local en cavidades individuales: la cavidad cielorraso, la cavidad local y la cavidad piso. Esta forma de analizar por separado el comportamiento de los tres sectores más importantes del volumen total de un local a iluminar, confiere a los cálculos realizados por este método una mayor precisión.

Para calcular el nivel medio de iluminación que se registra en un determinado local ( y esto es común a cualquier método que se utilice ) se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$Em = \frac{Ft \times cu \times fm}{S}$$

**Donde:**

**Em**= Nivel medio de iluminación sobre el plano de trabajo (en Lux ).

**Ft**= Flujo luminoso total instalado en el local (en Lúmenes).

**cu**= Coeficiente de utilización de la instalación.

**fm**= Factor de mantenimiento ó depreciación de la instalación

**S**= Superficie total de local (m²)

A continuación se analizará cada uno de los elementos de la fórmula general no vistos hasta el momento.

#### El Índice del Local (K1)

Para poder analizar el Coeficiente de Utilización del local, es necesario antes calcular el "Índice del Local".

Dado que, como se verá en el próximo capítulo, el Coeficiente de Utilización de la instalación es el que permite conocer el comportamiento de una luminaria determinada en un Local determinado, lo primero que habrá que conocer son las características de dicho local.

El resultado de esta fórmula será un número entre 1 y 10, si bien existen casos de locales sumamente atípicos cuyo índice de local K1 podrá ser inferior a 1 y también superior a 10. Cuanto menor sea el número mayor será la superficie del local con respecto a su altura y viceversa. El índice del local K1 se obtiene de la siguiente fórmula:

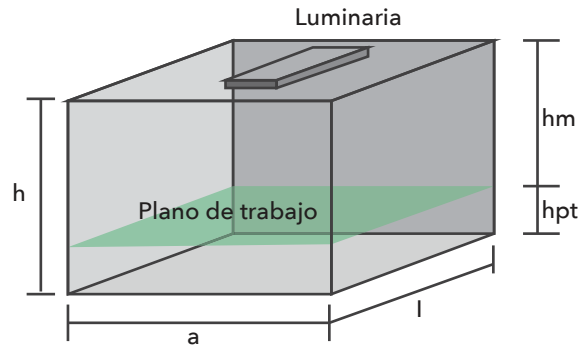
$$K1 = 5 \times hm \times \frac{a + 1}{a \times l}$$

**Donde:**

**hm**= Altura de montaje de la luminaria sobre el plano de trabajo (m).

**a**= Ancho del local (m).

**l**= Largo del local (m).



IMÁGEN 26. Cálculo de índice del local (K1)

#### EL FACTOR MANTENIMIENTO

Las condiciones de conservación ó mantenimiento de la industria de iluminación, configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado y de hecho se incluye en la formula de cálculo (fm= Factor de Mantenimiento).

Todos los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación deseado sobre el plano de trabajo, sufren con el tiempo un cierto grado de depreciación.

Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc. Los reflectores y los difusores de las luminarias pierden eficiencia. Las paredes y cielorrasos se ensucian y disminuye su poder reflectante.

De todos estos factores, algunos son controlables por sistemas de mantenimiento y otros no lo son. IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) considera, a los efectos de determinar el factor de mantenimiento de una instalación ocho factores: cuatro de ellos "no controlables" por sistemas de mantenimiento y cuatro "controlables".

Los no controlables son: la temperatura ambiente, la variación de la tensión, el factor de balasto y la depreciación de la superficie de la luminaria.

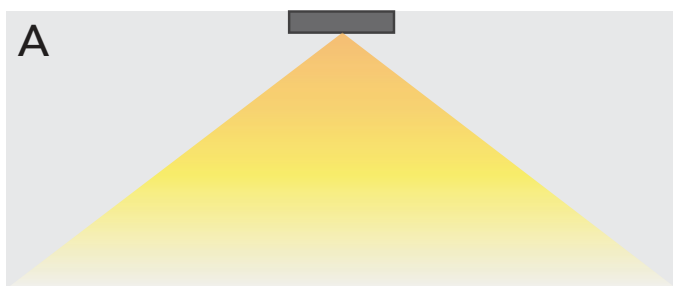
Los controlables son: la depreciación de las superficies del local por ensuciamiento, la depreciación por flujo luminoso de la lámpara, el reemplazo de las lámparas y la depreciación de la luminaria por ensuciamiento

El análisis de cada uno de estos factores dará como resultado un valor que se desprende de tablas y curvas. Este valor podrá ser 1 si las condiciones son óptimas ó menor que 1 en la medida en que no lo sean. El producto de estos ocho factores dará como resultado el "Factor de Mantenimiento" de la instalación (fm)

El procedimiento completo no se detallan aquí por lo extenso; no obstante el interesado podrá obtenerlo en el Manual del IESNA.

**EL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN**

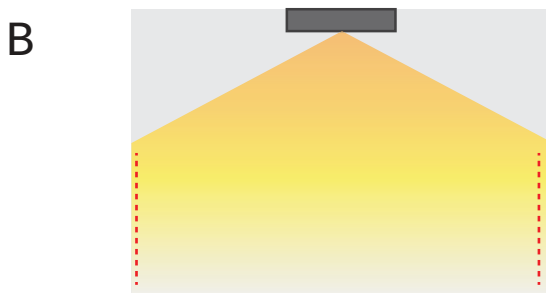
El Coeficiente de Utilización del local es el término que define el comportamiento que tendrá una luminaria en un local dado y su valor estará íntimamente relacionado con el Índice del Local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños. El laboratorio de luminotecnía, como parte del protocolo de ensayo, entregará una tabla de Coeficientes de Utilización del modelo ensayado. Esa tabla estará construída a partir de la Curva de Distribución Luminosa y por consiguiente del Rendimiento de la luminaria. A igualdad de flujo luminoso instalado e igual superficie del local, una luminaria de alto rendimiento tendrá un coeficiente de utilización mayor (más cercano a 1) que una de bajo rendimiento.



IMÁGEN 27. Cálculo de índice del local (K1)

**A. Espacio Amplio**

Poca absorción de paredes, por lo tanto el rendimiento de la luminaria es bueno y el coeficiente de utilización será alto.



IMÁGEN 28. Cálculo de índice del local (K1)

**B. Espacio Reducido**

Gran absorción de paredes: el rendimiento de la luminaria es menor y el coeficiente de utilización será bajo.

También se deberá tener en cuenta que una luminaria tendrá mayor coeficiente de utilización en un local de gran superficie en relación a su altura (Índice de Local cercano a 1) que otro de poca superficie en relación a su altura (Índice cercano a 10).

Tal como lo muestran los ejemplos, en un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad, (cu alto) mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor ó menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón (cu bajo).

Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.

Coefficients of Utilization  
Zonal Cavity Method

pfc	0.20																					
	.8				.7				.5				.3				.0					
pcc																						
pw	0	.7	.5	.3	0	.7	.5	.3	0	.5	.3	0	.5	.3	0	.5	.3	0	.5	.3	0	0
0	119	119	119	119	116	116	116	116	111	111	111	111	106	106	106	102	102	102	100			
1	111	108	104	101	109	105	102	100	101	99	97	97	95	94	94	92	91	89				
2	104	97	92	8	101	95	91	86	92	88	84	89	86	83	86	83	81	79				
3	97	88	82	77	94	87	81	76	84	79	75	81	77	73	79	75	72	70				
4	90	81	74	68	88	79	73	68	77	71	67	75	70	66	73	69	65	63				
5	85	74	67	61	83	73	66	61	71	65	60	69	64	60	68	63	59	57				
6	79	68	61	56	78	67	60	55	66	60	55	64	59	55	63	58	54	52				
7	75	63	56	51	73	63	56	51	61	55	50	60	54	50	59	54	50	48				
8	70	59	52	47	69	58	52	47	57	51	47	56	50	46	55	50	46	44				
9	67	55	48	42	65	55	48	43	54	47	43	53	47	43	52	47	43	41				
10	63	52	45	40	62	51	45	40	50	44	40	50	44	40	49	44	40	38				

IMÁGEN 29. Coeficiente de utilización luminaria Luxem-N

# Capítulo 5: Iluminación de Carreteras



## 5.1 Tipos de Alumbrado Vial

Existen 2 tipos de alumbrado vial:

### ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL

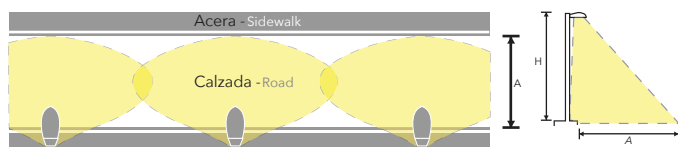
Es el que se realiza sobre soportes de baja altura (3-5m) en zonas urbanas y residenciales para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, plazas, parques, jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc.

### ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL

Es el que se aplica en alumbrado vial de autopistas, carreteras, vías urbanas, túneles, etc. Las posibles tipologías de disposición de los puntos de luz para vías de tramos rectos son:

#### Disposición Unilateral

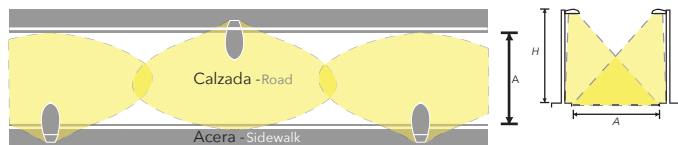
Cuando los puntos de luz se sitúan en un mismo lado de la vía. Se utilizará generalmente cuando la anchura (A) de la calzada sea igual o inferior a la altura (H) de montaje de las luminarias.



IMÁGEN 30. Disposición unilateral

#### Disposición Bilateral

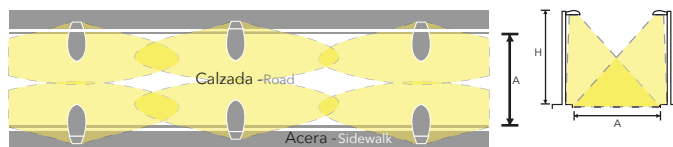
Cuando los puntos de luz se sitúan en ambos lados de la vía alternado o en zigzag. Se utilizará principalmente cuando la anchura de la calzada (A) sea de 1 a 1.5 veces la altura (H) de montaje de las luminarias.



IMÁGEN 31. Disposición bilateral

#### Disposición Bilateral (par)

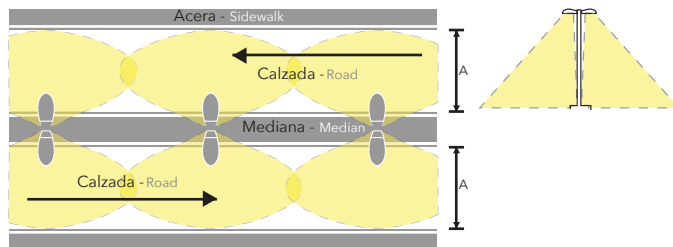
Cuando los puntos de luz se sitúan en ambos lados de la vía, uno enfrente al otro. Se utilizará normalmente cuando la anchura de la calzada (A) sea mayor de 1.5 veces la altura (H) de montaje de las luminarias. Es uno de los sistemas más utilizados en vías anchas.



IMÁGEN 32. Disposición bilateral (par)

#### Disposición Central o Axial

Se realiza cuando las vías de tráfico con mediana de separación entre los dos sentidos de circulación. Los puntos de luz se implantarán en columnas o postes de doble brazo situados en la mediana central (M), cuando la anchura de ésta esté comprendida entre 1 y 3 m.

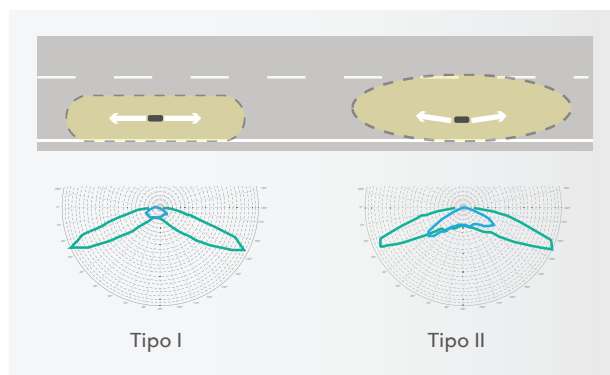


IMÁGEN 33. Disposición central o axial

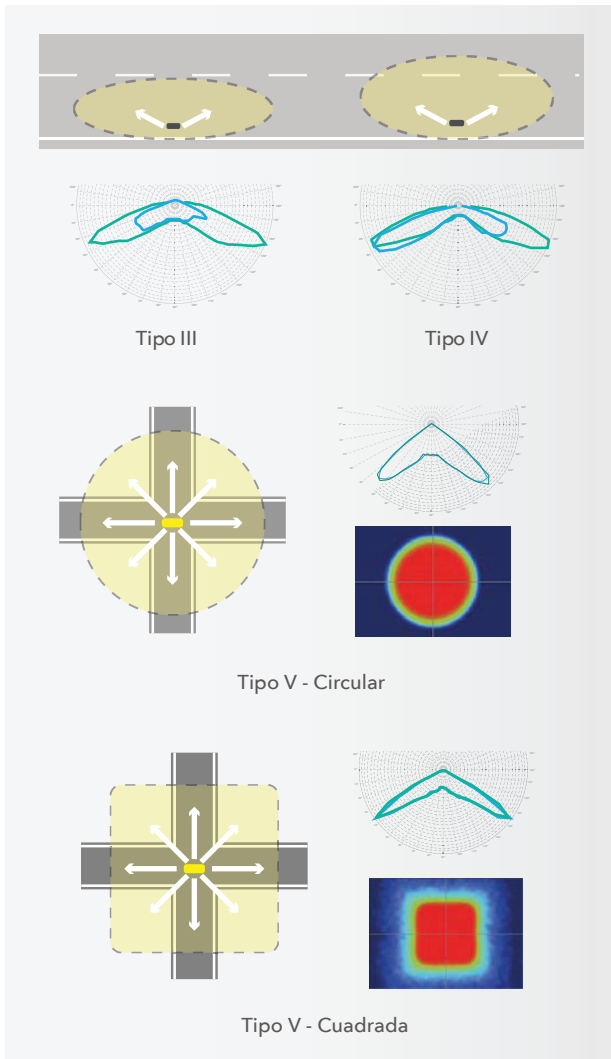
Si la anchura de la mediana (M) es superior a 3 m no se utilizarán báculos dobles. En este caso, la disposición se estudiará como si se tratara de dos calzadas independientes.

### ÓPTICAS

El tipo de óptica en una luminaria LED, se logra a través de lentes que distribuyen a través de la topología de un vidrio o polímero los rayos de luz. Existen diferentes tipos de ópticas que se detallan a continuación:



IMÁGEN 34 (A). Ópticas



IMÁGEN 34 (B). Ópticas

## 5.2 Deslumbramiento

Se define como un fenómeno de la visión que produce molestia a la vista y disminuye la capacidad para distinguir los objetos, debido a una inadecuada distribución de luminancia, o como consecuencia de contrastes excesivos.

Cuando un exceso de luz (o una gran intensidad de luz) penetra en el interior del ojo, produce una enérgica reacción fotoquímica en las células de la retina que impiden el paso del impulso al nervio óptico, que no transmite nada al cerebro y se pierde la visión.

El deslumbramiento en las personas (choferes) se debe principalmente a los siguientes factores:

1. La luz que producen los faros de los vehículos que circulan en el sentido opuesto.
2. Los anuncios publicitarios excesivamente iluminados y que se encuentran dentro del campo visual del conductor.
3. Las luminarias con refractor y non-cut off.



Existen dos tipos de deslumbramiento; el Molesto o psicológico y el Perturbador o fisiológico.

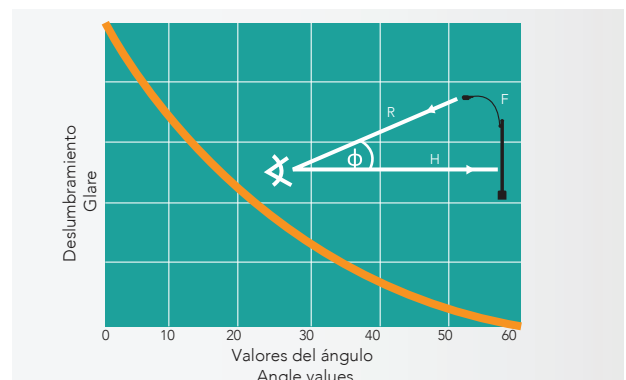
### DESLUMBRAMIENTO MOLESTO

El deslumbramiento de tipo psicológico o molesto, produce una sensación desagradable y aunque no se pierda la visión de los objetos, produce fatiga en el conductor, debido a que la pupila se ve forzada a estar ajustándose continuamente a los cambios de luminosidad.

### DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR

En el deslumbramiento de tipo fisiológico o perturbador, es donde se llega a perder la visión.

Ambos tipos de deslumbramiento deben ser evitados, puesto que representan una agresión para el ojo del conductor y son causa de accidentes viales. En la siguiente gráfica se indican los distintos deslumbramientos en función de este ángulo, habiéndose tomado como admisible un valor mínimo de 30°.



IMÁGEN 36. Deslumbramiento en función del ángulo

**El deslumbramiento se puede calcular con la siguiente fórmula:**

$$E_{\text{glare}} = \frac{I_{\text{glare}}}{d^2} \cos \varnothing$$

$I_{\text{glare}}$  = Intensidad de flujo luminoso en candelas (cd)  
 $d$  = Distancia

$I_{\text{glare}}$  = Luminous flux intensity in candle (cd)  
 $d$  = Distance

**LUMINANCIA DE VELO**

La luminancia de velo es la luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la capacidad que posee el ojo para apreciar los contrastes.

La luminancia de velo se debe a la incidencia de la luz emitida por una luminaria sobre el ojo de un observador en el plano perpendicular a la línea de visión, dependiendo así mismo del ángulo comprendido entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, así como del estado fisiológico del ojo del observador.

**CONTRASTE**

Todos los objetos son percibidos por los contrastes de color y de luminancia que presentan las distintas partes de su superficie entre si y en relación al fondo en que aparece el objeto.

El ojo normal es sensible a los colores en niveles de iluminación suficientemente elevados, mientras que para bajos niveles de iluminación los objetos son percibidos fundamentalmente por el contraste de luminancias que presentan con relación al fondo.

La diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio inmediato, se conoce como contraste.

**ADAPTACIÓN**

La capacidad que tiene el ojo para ajustarse automáticamente a las diferentes luminancias de los objetos se le llama "adaptación". Consiste en el ajuste del tamaño de la pupila para que la luminancia proyectada en la retina sea de un valor tolerable por las células sensibles.

Comparada con una cámara fotográfica, sería la mayor o menor apertura del diafragma.

Si la iluminación es muy intensa, la pupila se contrae reduciendo la luz que llega al cristalino, en cambio si la iluminación es escasa, la pupila se dilata para captarla en mayor cantidad.

En los casos de iluminaciones de valores muy altos, la pupila se reduce a un diámetro de aproximadamente 2 mm, y en iluminaciones muy bajas, se abre hasta aproximadamente 8 mm. El tamaño de la pupila se va reduciendo conforme va aumentando la edad de las personas.

En un cambio de un espacio con mucha iluminación a otro completamente oscuro, el ojo se ve sometido a un proceso de adaptación para cuyo ajuste total necesita aproximadamente 30 minutos; mientras que, por el contrario, cuando se cambia de un espacio oscuro a otro con mucha iluminación, este periodo tarda unos segundos.

Esto es sumamente importante en el alumbrado de túneles, ya que, en la entrada del túnel de día, la adaptación el ojo pasa de una iluminación exterior muy alta a una muy baja dentro del túnel y al salir pasa de una baja a una muy alta.

**5.3 Contaminación Lumínica**

Hace algunos años, se tenían la posibilidad de mirar hacia arriba y observar el cielo nocturno estrellado. Actualmente, millones de niños en todo el mundo jamás experimentarán la experiencia de observar la Vía Láctea en el lugar donde viven. El uso creciente e inadecuada luz artificial en la noche está perjudicando la visión del universo, además altera de manera adversa nuestro ambiente, seguridad, consumo energético y salud.

¿A qué se refiere el término de contaminación lumínica?

Generalmente se habla de contaminación del aire, agua o suelos, sin embargo, la luz también es un contaminante.

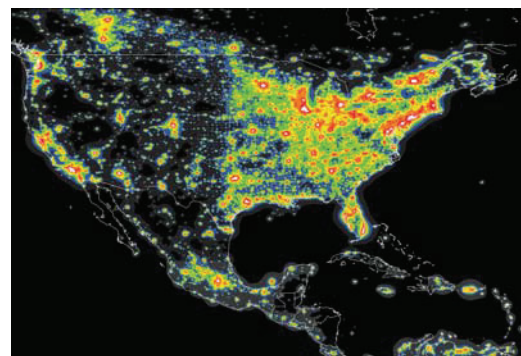
El uso inapropiado o excesivo de luz artificial -conocida como contaminación lumínica- puede tener graves consecuencias ambientales para el ser humano, la vida silvestre y nuestro clima.

Existen cuatro causas principales que producen contaminación lumínica:

- 1. Deslumbramiento:** brillo excesivo que causa incomodidad visual.
- 2. Resplandor del cielo:** iluminación del cielo nocturno sobre áreas habitadas
- 3. Infiltración de luz:** luz que cae donde no está previsto o necesario
- 4. Desorden:** agrupaciones luminosas, confusas y excesivas de fuentes de luz

**Efectos de la Contaminación lumínica:**

- 1.** Incremento en el consumo energético.
- 2.** Interrupción de los ecosistemas.
- 3.** Alteración de los ciclos biológicos de todos los seres vivientes.

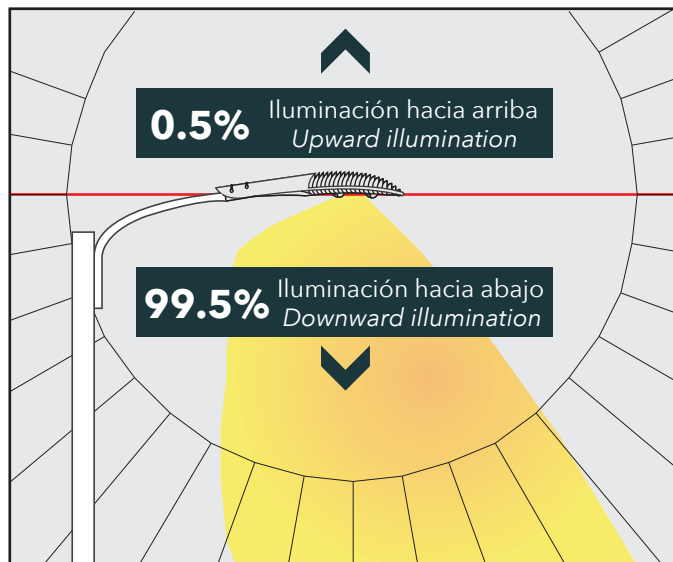


**IMÁGEN 37.** Contaminación lumínica en Norteamérica

### ¿CÓMO SE PUEDE REVERTIR?

Si bien es cierto la iluminación es un factor trascendental que brinda seguridad a las personas, es importante utilizarla de manera adecuada, por lo que se recomienda lo siguiente:

1. Utilizar luminarias con ópticas adecuadas para iluminación pública, en este caso Sylvania cuenta con Luminarias como Endura Plus, que utiliza un lente óptico tipo 2, el cual distribuye la luz de manera eficiente únicamente en los lugares que se debe iluminar. Además, tiene una proyección hacia arriba de únicamente 0.5 %.
  2. Apagar las luces que no necesita, esto maximizará la vida útil de las lámparas, ahorrará energía y disminuirá la contaminación lumínica.
  3. Utilizar tecnología LED, este tipo de iluminación es bastante dirigida, y eficiente a nivel energético.
  4. Utilizar sistemas de control inteligente que gestionen de manera efectiva el comportamiento de luz.
- Para más información consulte con su asesor comercial.



IMÁGEN 38. Recomendación de porcentajes de iluminación

The background of the page is a close-up, artistic photograph of a modern luminaire. It features a prominent, glowing white ring that is part of a larger, complex structure. The lighting is a mix of bright white and deep blue, creating a futuristic and high-tech aesthetic. The focus is sharp on the ring, while the rest of the structure and the background are slightly blurred.

# **Capítulo 6: Características Mecánicas de las Luminarias**

6.1  
Grado IP

HERMETISMO

A continuación encontrarán una guía de lectura para la interpretación de la norma IEC 60529 (Grado IP):

GRADO Rating	SÓLIDOS Solids
1	 NO mayores de 50 mm. No more than 50 mm.
2	 NO mayores de 12.5 mm. No larger than 12.5 mm.
3	 NO mayores de 2.5 mm. No larger than 2.5 mm.
4	 NO mayores de 1 mm. No larger than 1 mm.
5	 Contrapolvo Ingresan partículas muy pequeñas. Dust. Enter very small particles.
6	 Contrapolvo NO hay ingreso de partículas. Dust, particles no income.



El primer número representa el hermetismo ante **sólidos** y el segundo ante **agua**:

GRADO Rating	AGUA Water
1	 Contra gotas cayendo verticalmente. Ingreso limitado. Against drops falling vertically. Limited income
2	 Contra gotas cayendo verticalmente (Recinto rotado 15°). Ingreso limitado. Against drops falling vertically. Limited income
3	 Contrarrocío de agua hasta 60°. Ingreso limitado por 3 minutos. Against water spray to 60°. Join limited for 3 minutes.
4	 Contra agua proyectada en todas direcciones. Ingreso limitado. Against water sprayed in all directions. Limited income.
5	 Cortachorros de agua a baja presión. Ingreso limitado. Against jets of water at low pressure. Limited income.
6	 Contrachorros de agua a alta presión. Against jets of water at high pressure.
7	 Inmersión (15cm-1m) 30 min. Immersion (15cm - 1m) 30 min.
8	 Inmersión prolongada. Immersion prolonged.

## 6.2 Grado IK

### PROTECCIÓN ANTE IMPACTOS

El código IK se forma por las letras IK seguidas de un número entre 0 y 10, representado con dos cifras (00 a 10). Indican la resistencia a una determinada energía de impacto que un envoltorio puede soportar sin sufrir deformaciones peligrosas. El significado de los valores numéricos asignados a las cifras se indica en la siguiente tabla:

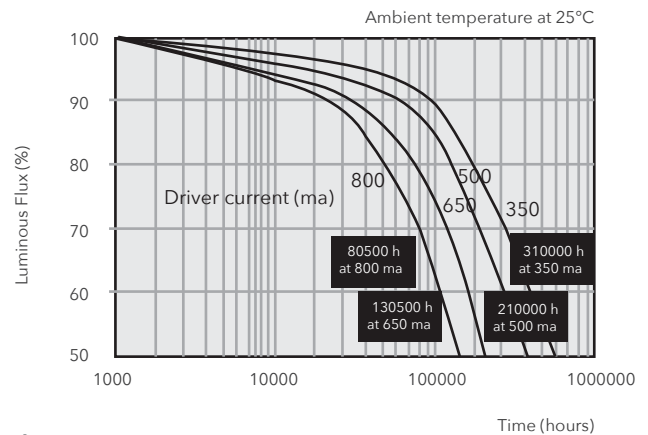
GRADO Rating	IMPACTOS MECÁNICOS Mechanical impacts	
01-03		<0.35 J 0.2kg 175mm
04		0.50 J 0.2kg 250mm
05		0.70 J 0.2kg 350mm
06		1 J 0.5kg 200mm
07		2J 0.5kg 400mm
08		5 J 1.7kg 295mm
09		10 J 5kg 200mm
10		20 J 5kg 400mm

## 6.3 Disipación Térmica

El calor en un LED se genera por el llamado "efecto Joule". Un LED funciona con corriente continua, por este motivo para que funcione en cualquier instalación eléctrica necesita un convertidor o driver que convierta la corriente alterna en corriente continua.

En este proceso, la corriente de salida se vierte en la parte trasera del chip LED, concretamente en el punto de unión (la llamada unión T o T Junction).

La temperatura del punto de unión ( $T_j$ ) es clave a la hora de determinar la eficacia lumínica de un LED para que la lámpara LED funcione correctamente y su vida útil sea la máxima posible es fundamental evacuar eficientemente el calor que se acumula en el chip. El exceso de temperatura puede llegar a reducir considerablemente la vida de una luminaria LED y puede afectar también a la calidad de la luz emitida (color, intensidad, etc.).

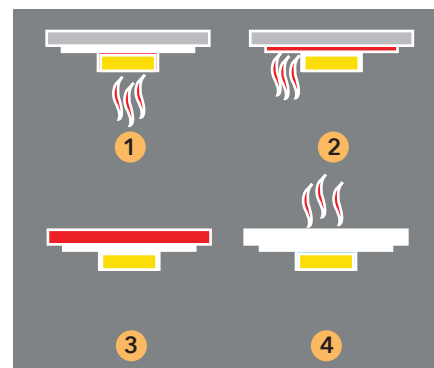


IMÁGEN 39. Gráfico disipación térmica.

### La disipación de calor en cuatro etapas

La disipación del calor de un LED se realiza en cuatro etapas sucesivas:

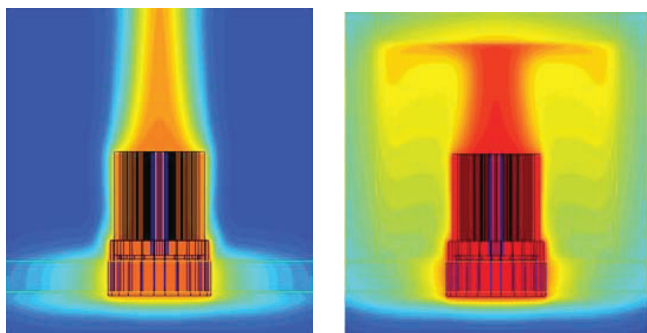
1. El calor generado por el flujo de corriente se acumula en el punto de unión del chip.
2. Desde el punto de unión se traslada a la placa base o circuito impreso
3. Desde la placa base se transmite al disipador de calor
4. Del disipador de calor se libera al ambiente



IMÁGEN 40. Disipación térmica

Un disipador es un instrumento que se utiliza para bajar la temperatura de algunos componentes electrónicos.

Su funcionamiento se basa en la ley cero de la termodinámica, transfiriendo el calor de la parte caliente que se desea disipar al aire. Este proceso se propicia aumentando la superficie de contacto con el aire permitiendo una eliminación más rápida del calor excedente.



IMÁGEN 41. Disipación térmica con disipador de aluminio

### 6.4 Efecto Caverna

¿Muchas veces hemos escuchado el término "efecto caverna", pero a qué hace referencia? El principio es muy simple: Cuando tenemos una luminaria directa o luz dirigida hacia abajo, con una óptica muy focalizada da como resultado una cantidad de luz contrastantemente menor en el techo y paredes, representada como una sombra (ya sea definida o difusa).

Esto puede deberse a muchos factores, pero en su mayoría tienen una directa relación con la distribución luminosa y posicionamiento de las luminarias escogidas para el proyecto. El efecto es común en luminarias con una baja luminancia por encima de los 65°, como por ejemplo muchas de las llamadas Louver ó luminarias de celdas parabólicas, como se ejemplifica en el siguiente gráfico polar.

Es comúnmente visto en instalaciones de luminarias de cielo suspendido, parche y colgante directas, tanto fluorescentes como LED. No solo puede verse en oficinas, también en parques, bodegas, comercios, etc.

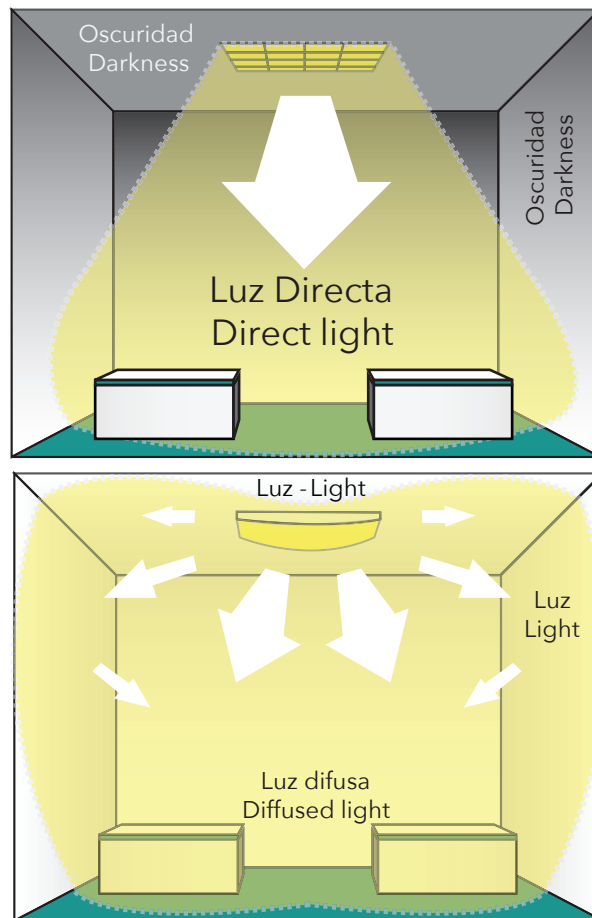
#### ¿Qué consecuencias produce?

Este fenómeno puede generar una sensación de penumbra, que en la práctica no solo se refleja como una alteración al confort visual, sino que incluso pueden llegar a alterar el orden fisiológico de las personas que utilizan el recinto, donde no se ha dado el mejor tratamiento a este efecto, por períodos considerables.

Puede producir la sensación de que el espacio es más pequeño, puede generar estrés debido a que fisiológicamente existe una reacción de la pupila que se abre y se cierra constantemente (agotamiento visual).

#### ¿Cómo evitarlo?

- Iluminación indirecta: luz "hacia arriba", dirigida hacia el techo, además de reducir el deslumbramiento, mitiga el efecto caverna.
- Combinar diferentes tipos de iluminación: puntual, directa, indirecta, etc.
- Utilizar luminarias con un ángulo mayor de flujo luminoso.
- Usar colores claros en las paredes para reflejar más la luz.
- Uso de difusores prismáticos, opalinos y estriados.



IMÁGEN 42. Efecto caverna e iluminación difusa

### 6.4 Características Eléctricas de las Luminarias LED

#### EL DRIVER

Un driver es un dispositivo que se encarga de regular la potencia de un LED o de una cadena de LEDs. Lo que hace diferente a un driver de LED de una fuente de alimentación convencional, es que el driver responde a las necesidades cambiantes de estos mediante un suministro constante de energía.



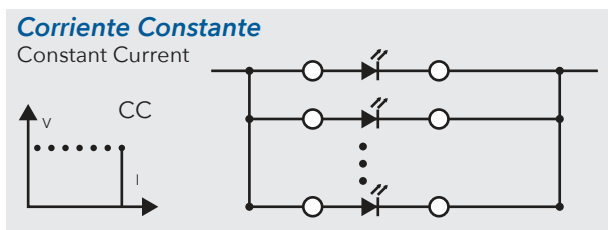
Existen 2 tipos de drivers utilizados en las luminarias LED, corriente constante y tensión constante:

**Drivers Led de Corriente Constante**

Los drivers corriente constante suministran electricidad variando el voltaje a través de un circuito electrónico, permitiendo a los dispositivos mantener una corriente eléctrica constante a lo largo de todo el circuito. Esto asegura que independientemente de la variación en el voltaje, la corriente suministrada a los LED no cambia.

**Características:**

- Mantiene la corriente de salida constante independientemente del número de LEDs conectados a la salida.
- La tensión de salida esta determinada por el número de LEDs conectados en serie.
- Solución con muy buen rendimiento al no ser necesario el uso de resistencias en la salida del driver. Óptimo para iluminación.



IMÁGEN 43. Driver corriente constante

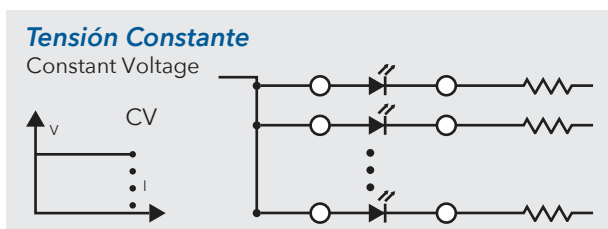
**Drivers Led de Tensión o Voltaje Constante**

Los drivers de voltaje constante tienen una tensión fija, por ejemplo de 12 VDC o 24 VDC en el circuito.

**Características:**

- Mantiene una tensión constante a la salida del driver haya o no haya carga conectada.
- Solución de muy bajo rendimiento, ya que hay que conectar a la salida una resistencia para limitar la corriente que va a circular a través del LED, produciendo perdidas en dicha resistencia.

Los drivers de voltaje constante son muy usados en diseños con múltiples módulos LED conectados entre sí o instalaciones especialmente complejas. Un dato a tener en cuenta es que la utilización de un driver voltaje constante es siempre menos eficiente en relación lumen/vatio consumido, pero permite al usuario tener una flexibilidad total garantizando un flujo constante de corriente.



IMÁGEN 44. Driver Tensión constante

**FACTOR DE POTENCIA**

Uno de los parámetros mas importantes a la hora de evaluar la calidad de las luminarias LED es el factor de potencia. Con este factor se determina realmente el grado de eficiencia de la luminaria.

El factor de potencia es el porcentaje de energía que es aprovechada por un sistema electrónico como luminarias LED, televisiones, ordenadores o cualquier aparato electrónico. Este dato es importante para conocer el aprovechamiento energético del equipo y determinar su calidad.

**Teoría**

Partimos recordando que los sistemas de iluminación LED, a diferencia de los sistemas convencionales de iluminación, van alimentados con corriente continua (DC), por ello al ser conectados a la corriente alterna (AC) necesitaremos hacerlo a través de una fuente de alimentación o driver para su funcionamiento. Esta potencia total consumida por la luminaria se llama potencia aparente (KVA) es la suma de estas dos potencias: **KVA = KW + KW<sub>r</sub>**.

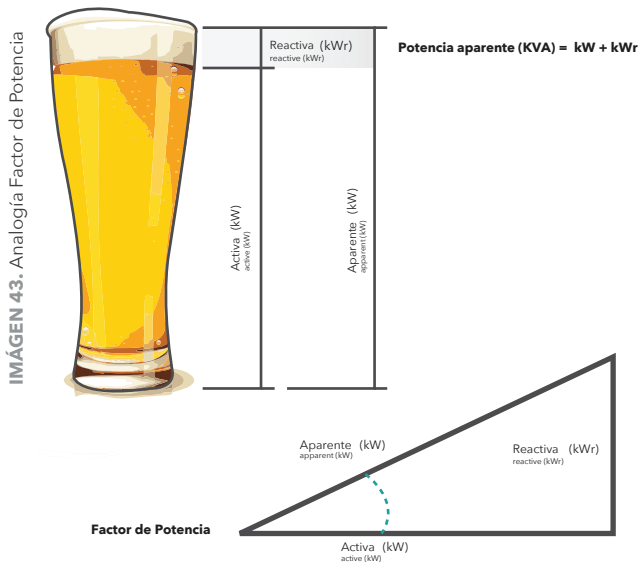
**Potencia activa (kW):** Es la energía eléctrica transformada en trabajo útil, en el caso de los LED es la potencia que realmente necesita la luminaria LED para iluminar.

**Potencia reactiva (kWr):** Es la energía que realmente usa el equipo para su funcionamiento.

**El factor de potencia**

El factor de potencia se mide en una escala de 0 a 1,0. Si un sistema eléctrico funciona con una eficacia del 100% (toda la energía consumida es aprovechada) el factor de potencia será de 1 (El máximo). Si un sistema eléctrico sólo logra el aprovechamiento de un 50% de la energía su factor potencia será de 0,50.

Cuanto menor sea el factor de potencia más se desaprovecha la energía, normalmente en forma de calor, que además provoca el deterioro de los materiales y un posible mal funcionamiento del sistema. Cuanto mayor factor de potencia tenga una luminaria LED, más eficiente será, más vida útil tendrá y rentable será su compra.



IMÁGEN 43. Analogía Factor de Potencia

IMÁGEN 44. Factor de Potencia

# SYLVANIA

WWW.SYLVANIACOSTARICA.COM

---

**ARGENTINA:** Feilo Sylvania Argentina S.A. ·  
T +54 11 4546 4200 · info@sylvania-lighting.com.ar

**COLOMBIA:** Feilo Sylvania Colombia ·  
T +571 7825200 · servicioalcliente.co@sylvania-lighting.com

**COSTA RICA / CARIBE / HONDURAS:** Feilo Sylvania Costa Rica ·  
T +506 2210-7600 · servicioalcliente.cr@sylvania-lighting.com

**ECUADOR:** Sylvania Ecuador ·  
T +593 2 328 4407 · info.ec@sylvania-lighting.com

**EL SALVADOR:** Feilo Sylvania El Salvador ·  
PBX: +503 2239-2239 · info.sv@sylvania-lighting.com

**GUATEMALA:** Feilo Sylvania Guatemala ·  
PBX +502 2313-5300 · recepcion.guatemala@sylvania-lighting.com

**NICARAGUA:** Feilo Sylvania Nicaragua ·  
T +505 2278-6445 · info.ni@sylvania-lighting.com

**PANAMÁ:** Feilo Sylvania Panamá S.A. ·  
T +507 360-3100 · info.pa@sylvania-lighting.com

**VENEZUELA:** Feilo Sylvania Venezuela ·  
T +58 212 381 0452

by **FEILO SYLVANIA**

Somos *agencia*  
**COSTA  
RICA**



# Introducción

02



## BIBLIOGRAFÍA

---

### REDACCIÓN E INFOGRAFÍA

Ing. Jorge Madriz Garro | *Director de Investigación y Desarrollo*

Ing. Adrián Navarro Orozco | *Ingeniero de Investigación y Desarrollo*

Ing. Natalia Castro Támes | *Ingeniera de Investigación y Desarrollo*

Ing. Eckart Holst Sanjuan | *Ingeniero de Investigación y Desarrollo*

Arq. Juan Calderón Artavia | *Diseñador de Luminarias*

### DISEÑO GRÁFICO

Luis Ariel Gutierrez

---

- IESNA LM79-08 -Electrical and Photometric Measurements of Solid State Lighting Products
  - IESNA LM80-15 Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules
  - TM-21-11 Projection Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources
  - LM-37-16 Lighting Measurements testing & Calculation Guides
  - INTE E16-1:2017 Lámparas de diodos emisores de luz (LED) para iluminación general.
  - INTE/ISO 8995-1:2016 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1. Interiores
  - ANSI/IEC 60529-2004. Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
  - EN 62262 – Degrees of Impact Protection – relates to IK rating
  - The Lighting Handbook, 10th edition - Illumination Engineering Society (2011)
- 

**El presente manual pretende ser una guía introductoria al mundo de la iluminación artificial, aquí podrá encontrar aspectos básicos acerca de la luz, que ayudarán a comprender de mejor manera el efecto que puede generar en los diferentes espacios.**

Además, podrá encontrar datos técnicos acerca de los diferentes tipos de fuentes de luz, e información sobre aspectos físicos y fotométricos acerca de las luminarias Sylvania, que servirán de insumo para crear espacios increíbles utilizando la luz como elemento diferenciador.

Sylvania cuenta con diferentes departamentos que le ayudarán a iluminar su espacio de forma integral, dentro de los cuales se encuentra el primer laboratorio privado enfocado en iluminación de la región Centroamericana y del Caribe. Por otro lado, Investigación y Desarrollo es el departamento encargado del diseño e ingeniería de todos los productos que se manufacturan en la planta de luminarias de Costa Rica, la cual cuenta con tecnología de punta en la fabricación metalmecánica y otras técnicas.

Además, Sylvania cuenta con el departamento de Ingeniería de proyectos, el cual tiene la posibilidad de desarrollar estudios de iluminación a la medida, aplicando conceptos de ergonomía y ahorro energético con el fin de realizar proyectos rentables y estéticos.