ALLIANZ ARENA - Bayern Münich, TSV 1860 Münich, Selección Nacional. Herzog & de Meuron, 2005.

Iluminación Artificial

Taller de Materialidad II

Cátedra Dr. Arq. E. Di Bernardo

Arq. J. A. Vazquez - 2011

Contenido

- Naturaleza de la luz
- La visión
- El color y la percepción
- Fuentes de luz artificial
- Conceptos fotométricos
- Métodos de cálculo
- Proyecto de iluminación artificial
- Ejemplos de iluminación en interiores y exteriores

ILUMINACIÓN

Presiones Naturales

Día

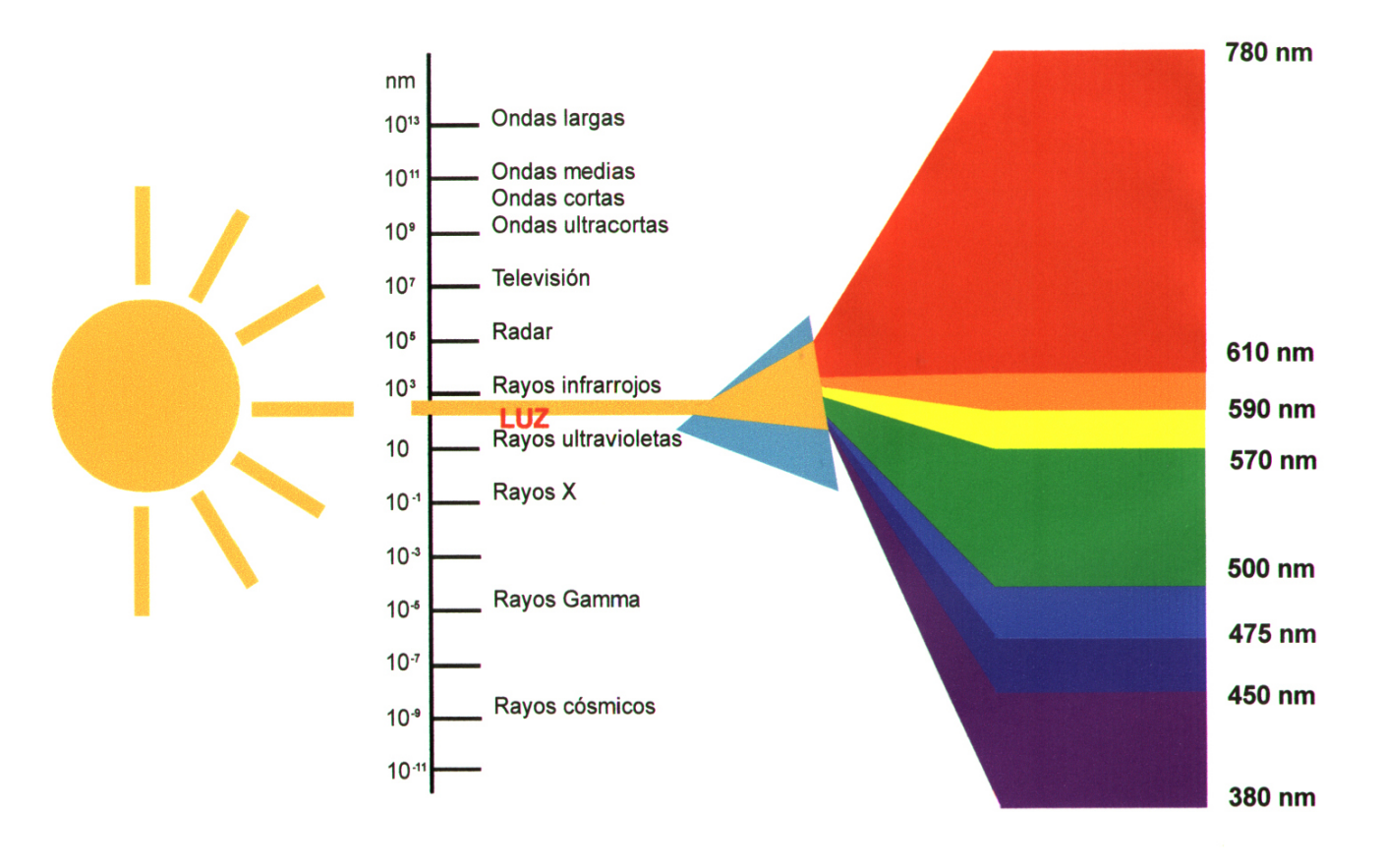
Luz natural y artificial

Noche

Luz artificial

Museo Fundación Beyeler, Riehen, Basilea, Suiza. R. Piano

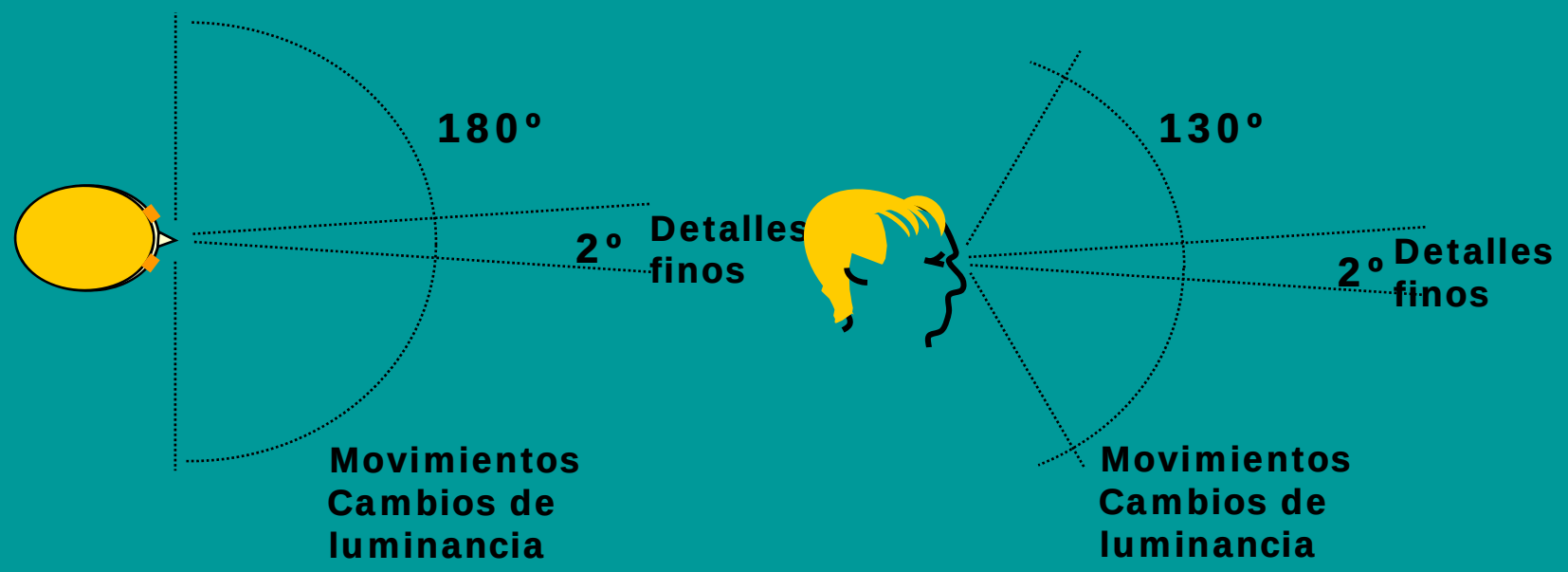
Naturaleza de la Luz



Espectro Electromagnético

La Visión

- Campo Visual
- Acomodación
- Adaptación
- Rango Visual (0,2 / 100000 Lx)



- El hecho que el ojo pueda observar cualquier objeto se debe al estímulo que ejerce la luz sobre la retina.
- La capacidad de ver depende tanto de la composición espectral de la luz que ilumina un cuerpo como de la naturaleza de este.

Factores en la visibilidad

- El tamaño
- El contraste
- La luminancia
- El tiempo

El contraste es necesario

Alto Contraste ≅ 100%

El contraste es necesario

Alta Luminancia

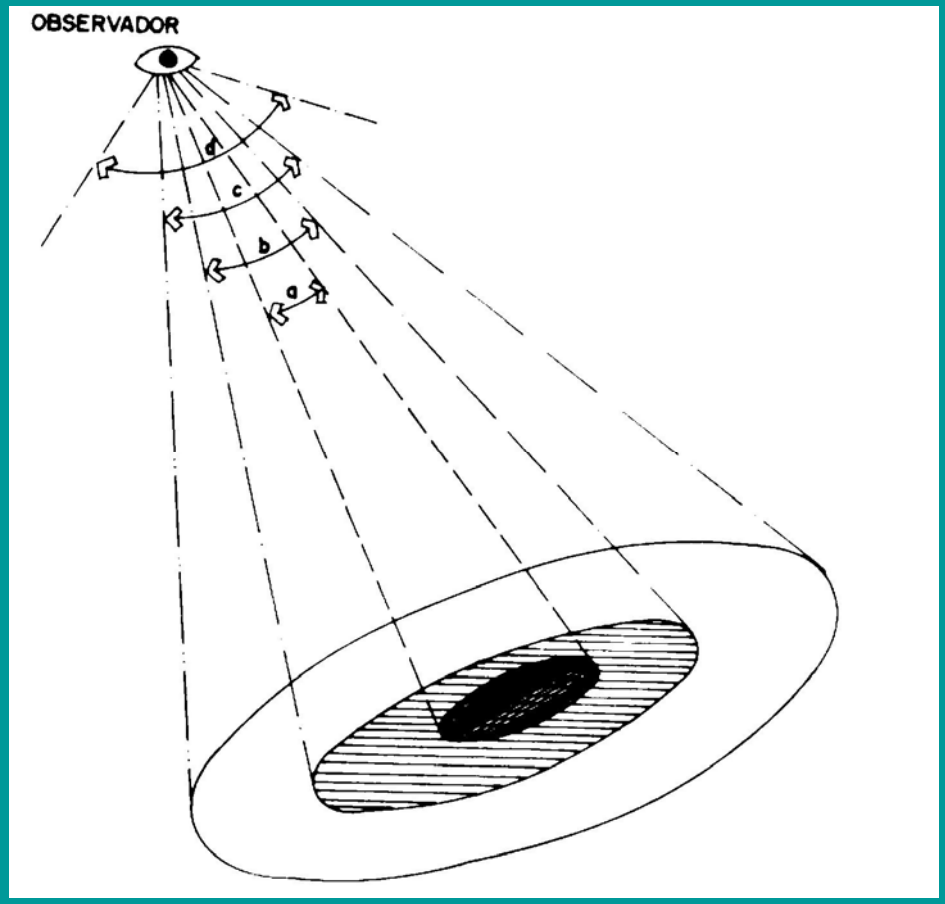
El contraste es necesario

Bajo Contraste ≅ 50%

El contraste es necesario

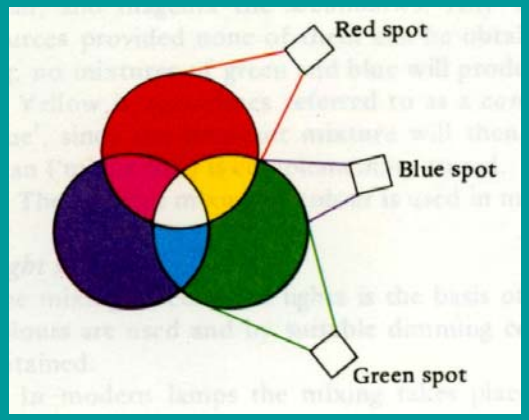
Baja Luminancia

Campo visual

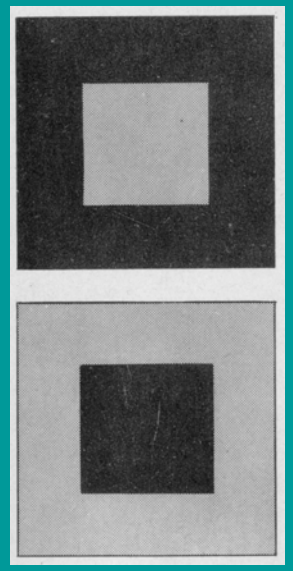


Relación de luminancias recomendadas	
Entre campo visual central (a) y tarea propiamente dicha (b)	3 : 1
Entre tarea visual (b) y su entorno inmediato (c)	10 : 1
Entre la fuente de luz y el fondo sobre el cual se destaca	20 : 1
Entre dos campos cualesquiera del campo visual	40 : 1

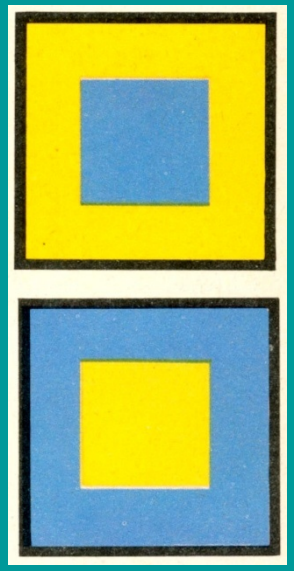
Cromaticidad / Color



- Síntesis aditiva:
  Modelo RGB
- Síntesis sustractiva:
  Modelo CMY

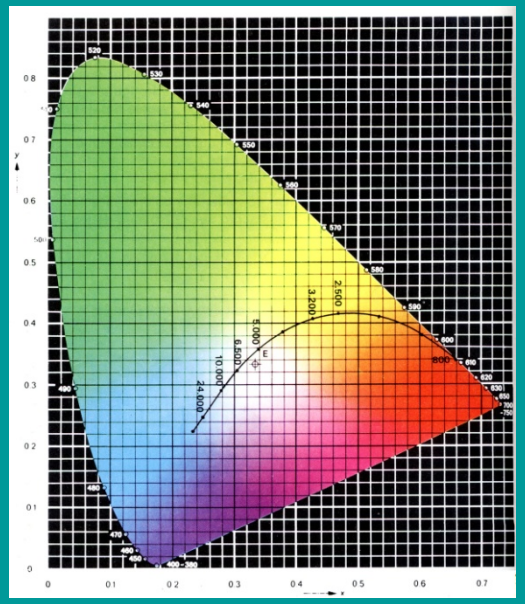


Extensión de los valores de la luz. Contraste tonal afectando la forma.



Efecto del contraste de temperatura en el tamaño aparente.

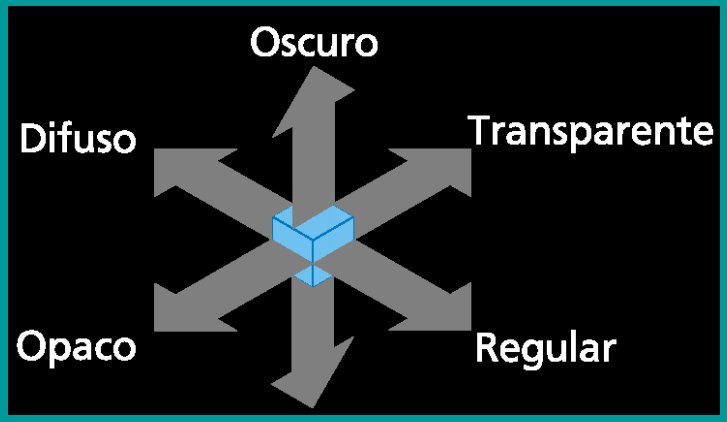
- Temperatura de color [K]
- Rendimiento de color
  Índice de Reproducción Cromática [Ra] ó [IRC]

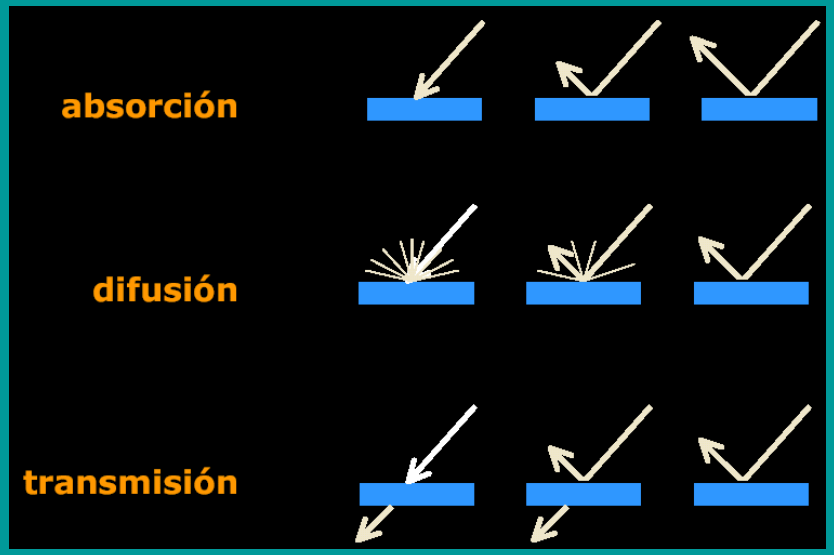


Triángulo cromático CIE

- **Percepción**
  - El efecto dual de los factores psicológicos y fisiológicos influye en la percepción de los tonos.
- **“Peso del color”**
  - Los “cálidos” parecen avanzar y extenderse, ser pesados y densos.
  - Los “fríos” parecen contraerse y ser más livianos.

Color / Percepción

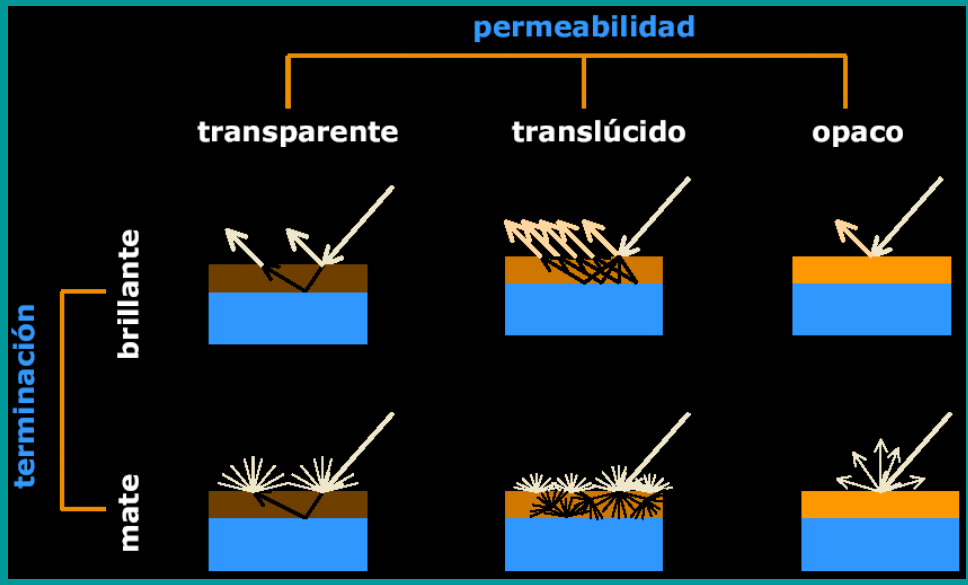




- **Relación de Tres factores**
  1. **Radiación visible**
  2. **Objetos, materia física.**
  3. **Sistema visual.**

- **Color**
  Distribución espectral e intensidad de la luz.
  Lo que produce las sensaciones de los colores.

- **Cesía**
  Percepción de la distribución espacial e intensidad de la luz.
  Lo que genera las sensaciones de transparente, traslúcido, espejado, mate, oscuro, claro.



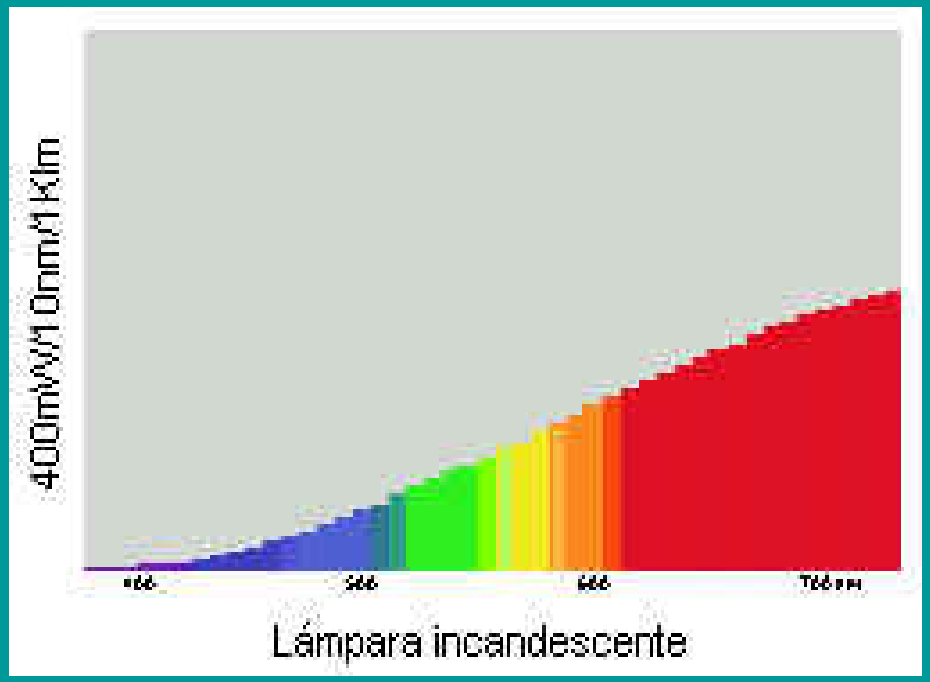
Fuentes de luz artificial

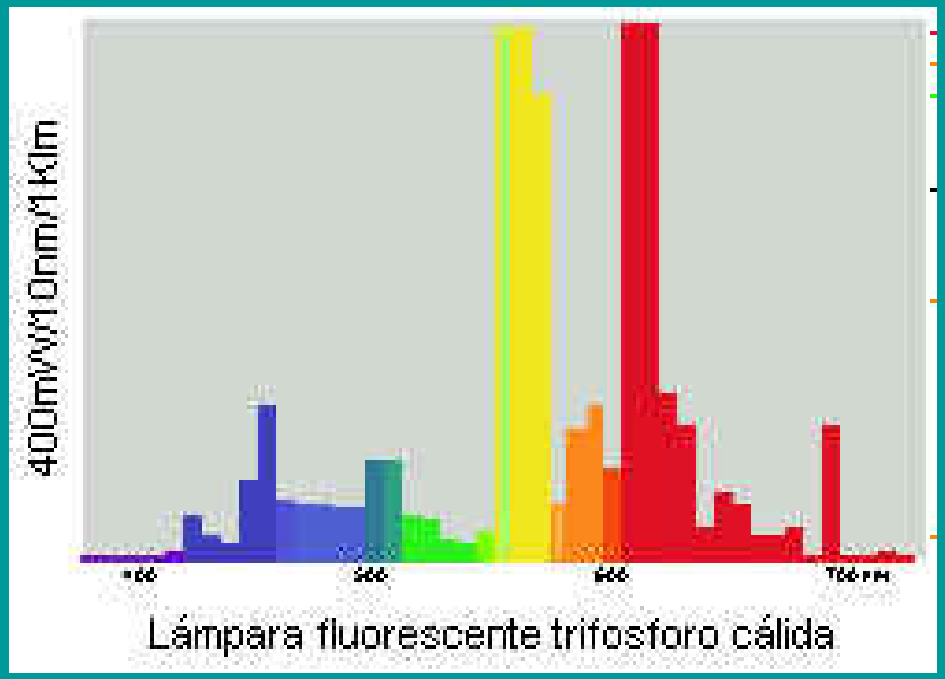
Color

- Apariencia del color
- Reproducción del color

- Cantidad de luz incidente (claridad)
- Tono (longitud de onda de la luz incidente)
- Saturación (proporción en la que aparece el color)

Distribución Espectral de la Energía





Fuentes de luz artificial

Fuente con gran contenido de rojo (cálida)

Fuente con gran contenido de azul (fría)

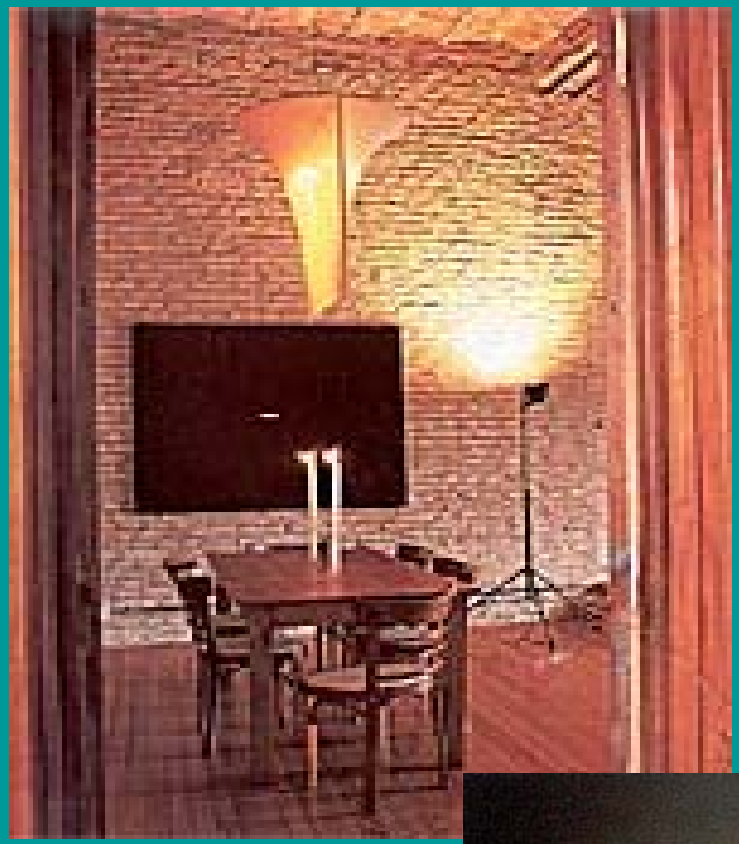
Existencia de un código cromático

Colores del lado del (+) vivacidad y dinamismo

Colores del lado del (-) inquietud, emoción, anhelo

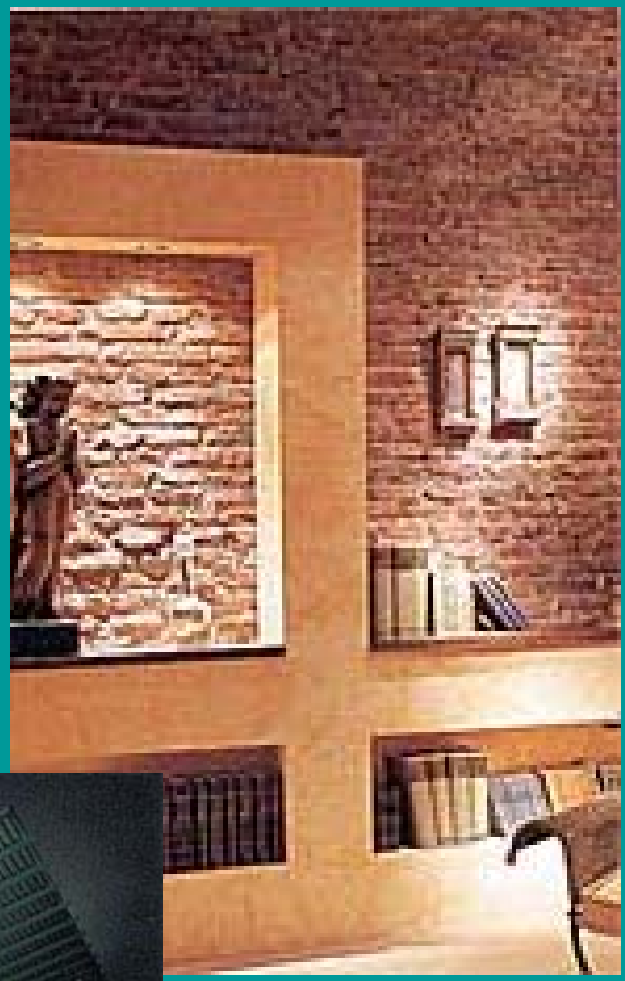
Goethe (1810) “Teoría de los colores”

Temperatura de Color



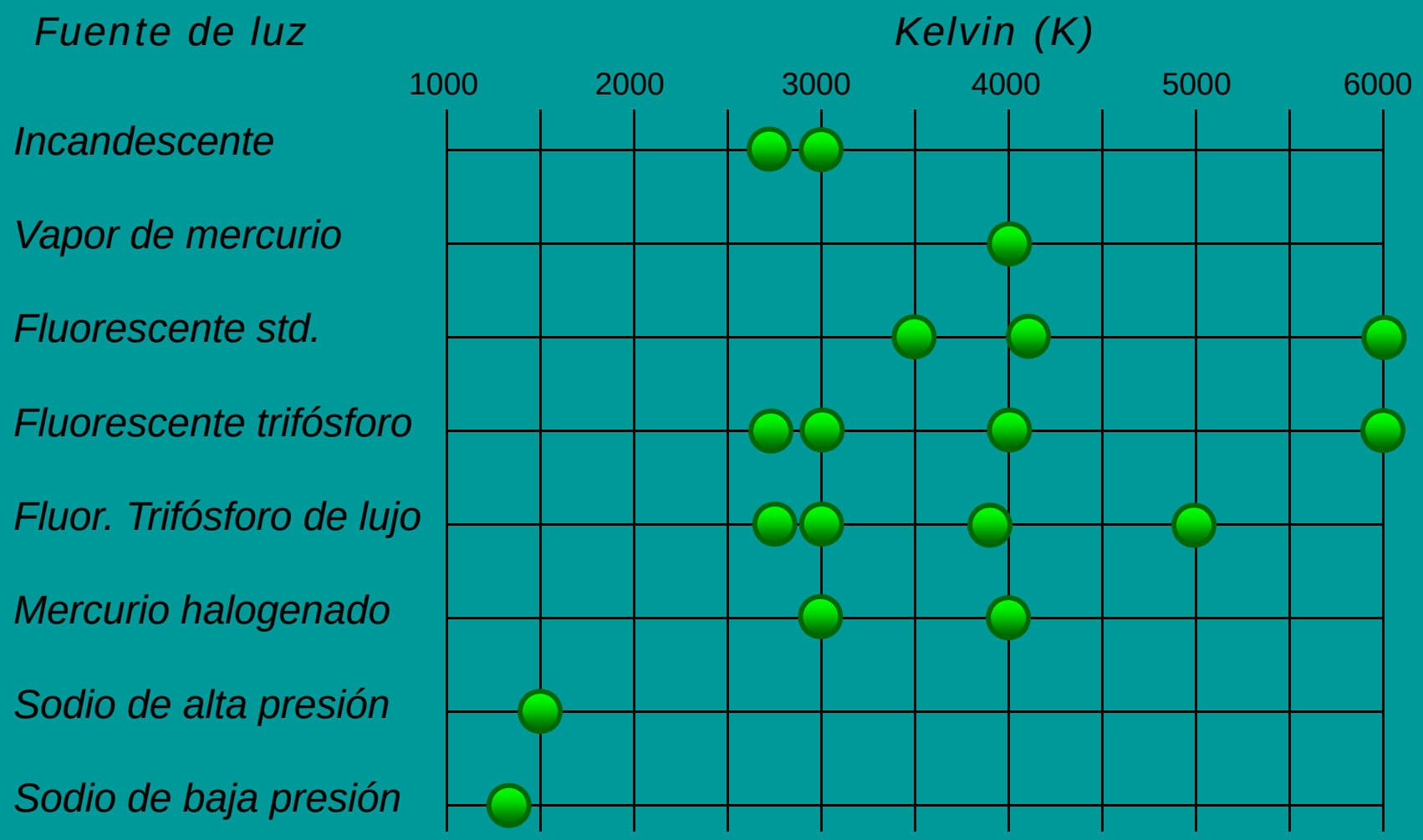
Fuente con gran contenido de rojo (cálida)

Fuente con contenido equilibrado (neutro)

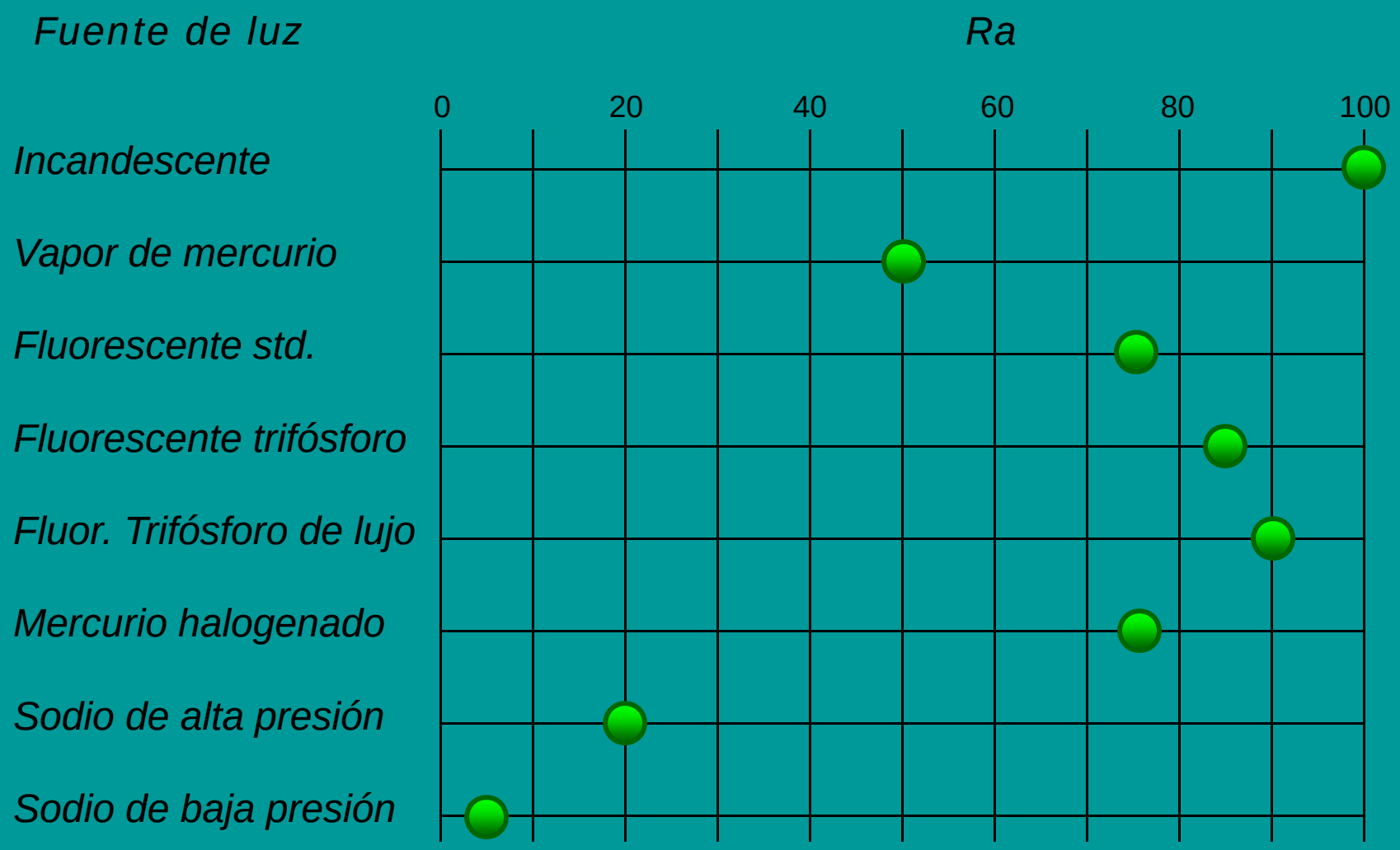


Fuente con gran contenido de azul (fría)

Cuadro comparativo de la Temperatura de Color de algunas fuentes de luz (TC - ºK)



Cuadro comparativo del Índice de Reproducción Cromática de algunas fuentes (IRC)



Requerimientos de la iluminación

- **Condiciones de Visión:** son las necesarias para el normal desarrollo de las actividades visuales del local.

- **Confort Visual:** ausencia de deslumbramiento, correcto balance de luminancias.

- **Atmósfera Visual (o Ambientación):** es la impresión que el espacio iluminado causa en las personas.

Factores que afectan el desempeño de la tarea visual

- **Nivel de iluminación**
- **Uniformidad**
- **Brillo**
- **Deslumbramiento**
  - **Incomodidad**
    Velado
  - **Incapacidad**
    Encandilamiento

El umbral por encima del cual la luminancia de un objeto o de una fuente de luz se vuelve molesto, depende de la posición del objeto o de la fuente de luz dentro del campo visual, de sus medidas aparentes, y de la luminancia del fondo sobre el cual se destaca, o sea del contraste entre la fuente de perturbación y su fondo.

El umbral disminuye a medida que el contraste entre la fuente de perturbación y su fondo aumenta.

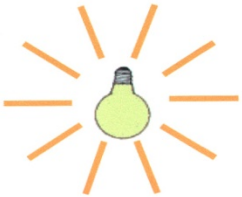
Magnitudes Fotométricas

Flujo luminoso:

Definición: ***cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones***

Símbolo: Φ (Fí)

Unidad de medida: **LUMEN** (Lm)



1 Lm = 1 cd x 1 sr

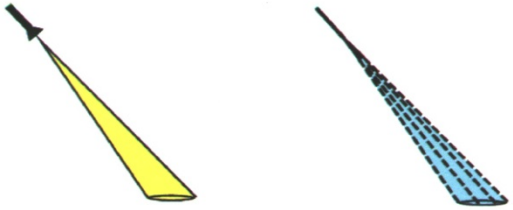
1 Lm = 1 Lux x 1 m²

Intensidad luminosa:

Definición: parte del flujo emitido por una fuente luminosa en una dirección dada, por el ángulo sólido que lo contiene

Símbolo: **I**

Unidad de medida: **CANDELA** (cd)



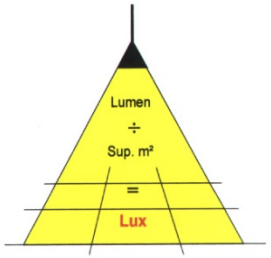
Símil hidráulico: intensidad de un chorro de agua en una dirección

Iluminación ó Iluminancia:

Definición: ***Es el flujo luminoso por unidad de superficie.***
(Densidad de luz sobre una superficie dada)

Símbolo: **E**

Unidad de medida: **LUX** (Lux = Lumen/m²)



$$1\ \text{Lux} = \frac{1\ \text{Lm}}{1\ \text{m}^2}$$

Luminancia

Definición: ***intensidad luminosa emitida por una superficie luminosa o iluminada en una dirección dada.***
(efecto de "brillo" que una superficie produce en el ojo)

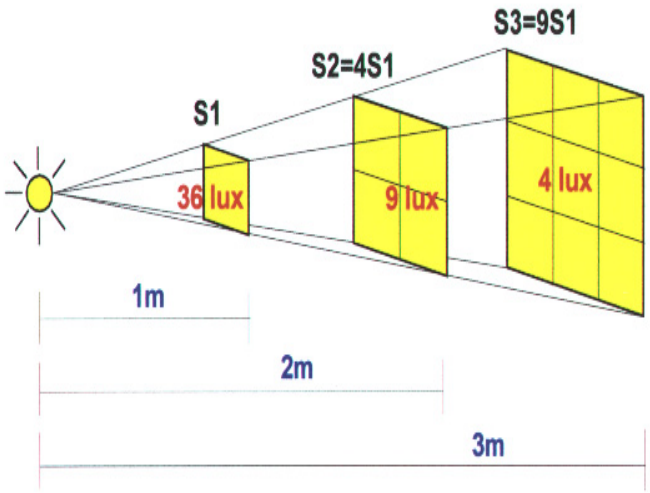
Símbolo: **L**

Unidad de medida: **candela por metro cuadrado** (cd/m²)

Leyes Fundamentales

Ley de la inversa de los cuadrados

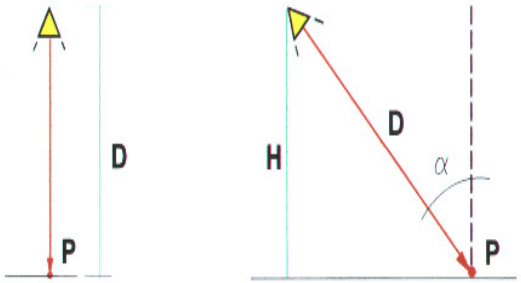
"La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia existente entre la fuente de luz y la superficie iluminada".



$$E = \frac{I}{D^2}$$

Ley del coseno del ángulo

"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)



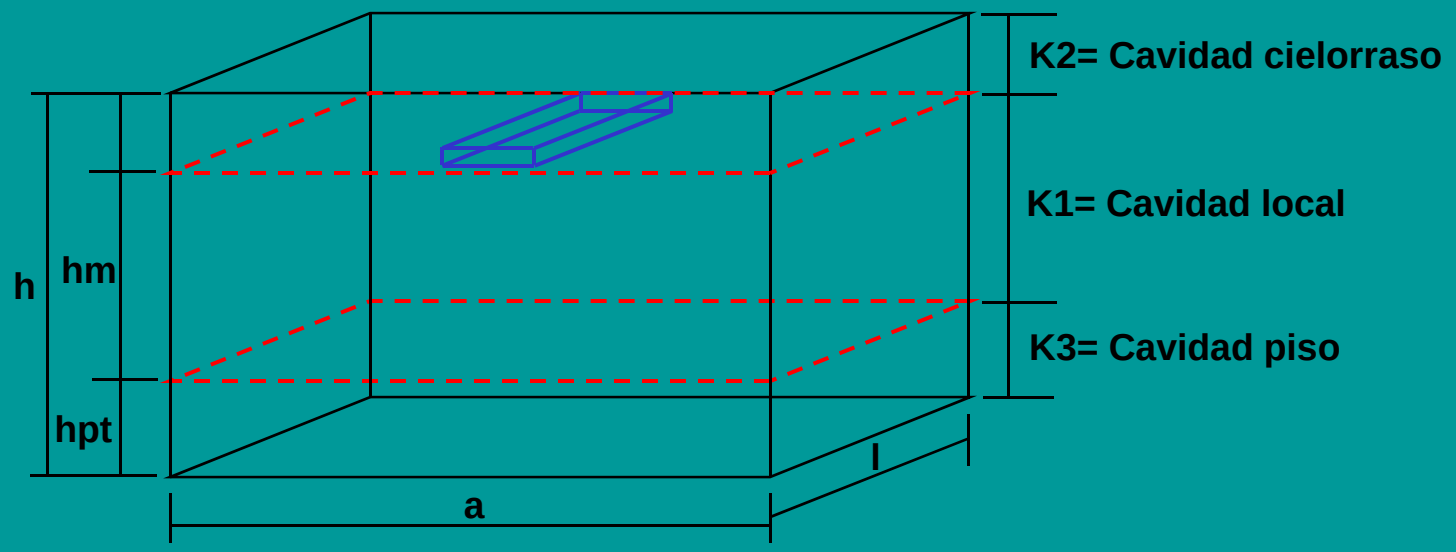
$$E = \frac{I}{D^2} \times \cos\alpha$$

Esta fórmula también puede expresarse de la siguiente manera:

$$E = \frac{I}{H^2} \times \cos^3\alpha$$

Métodos de Cálculo

- Iluminación General Uniforme
- Método de las Cavidades Zonales

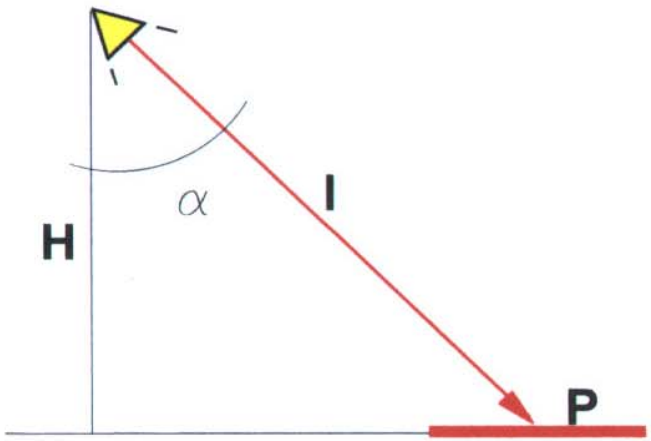


Donde:

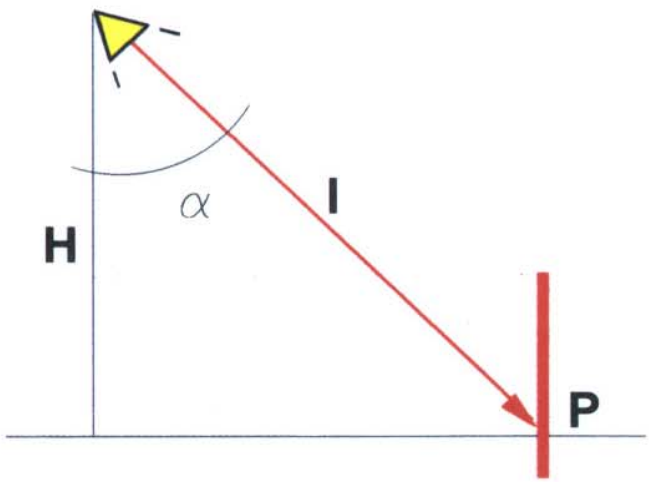
h = Altura del local (m)
hm = Altura de la luminaria sobre el plano de trabajo (m)
hpt = Altura del plano de trabajo (m)
a = Ancho del local (m)
l = Largo del local (m)

Métodos de Cálculo

- Punto a Punto



En el plano horizontal



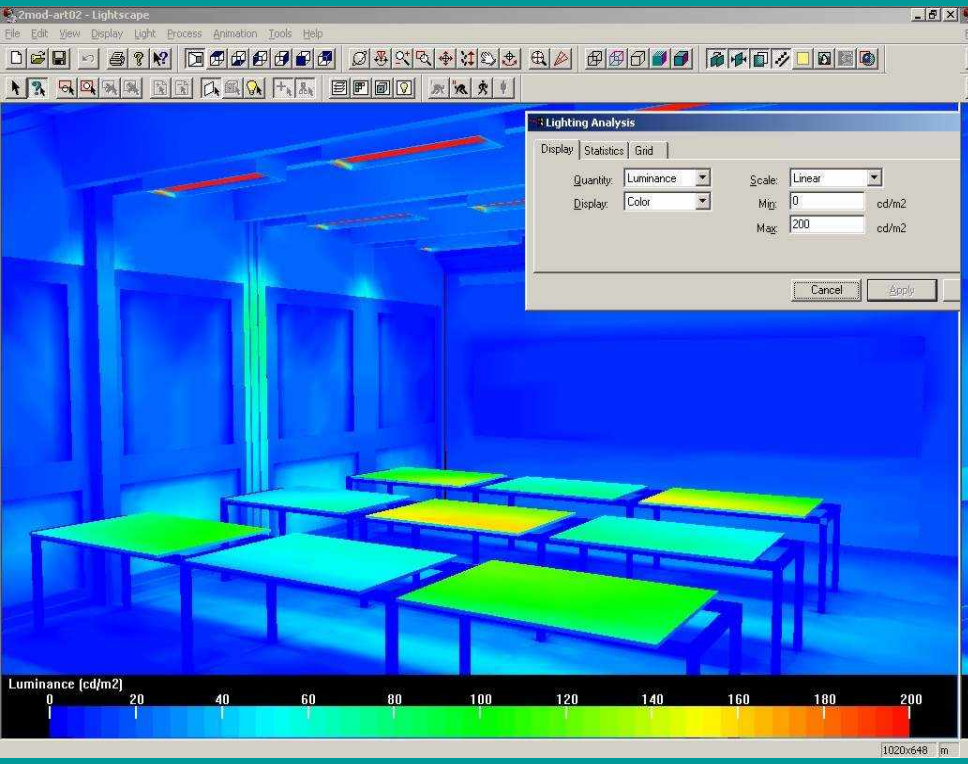
En el plano vertical

$$Eph = \frac{I}{H^2} \times \cos^3 \alpha$$

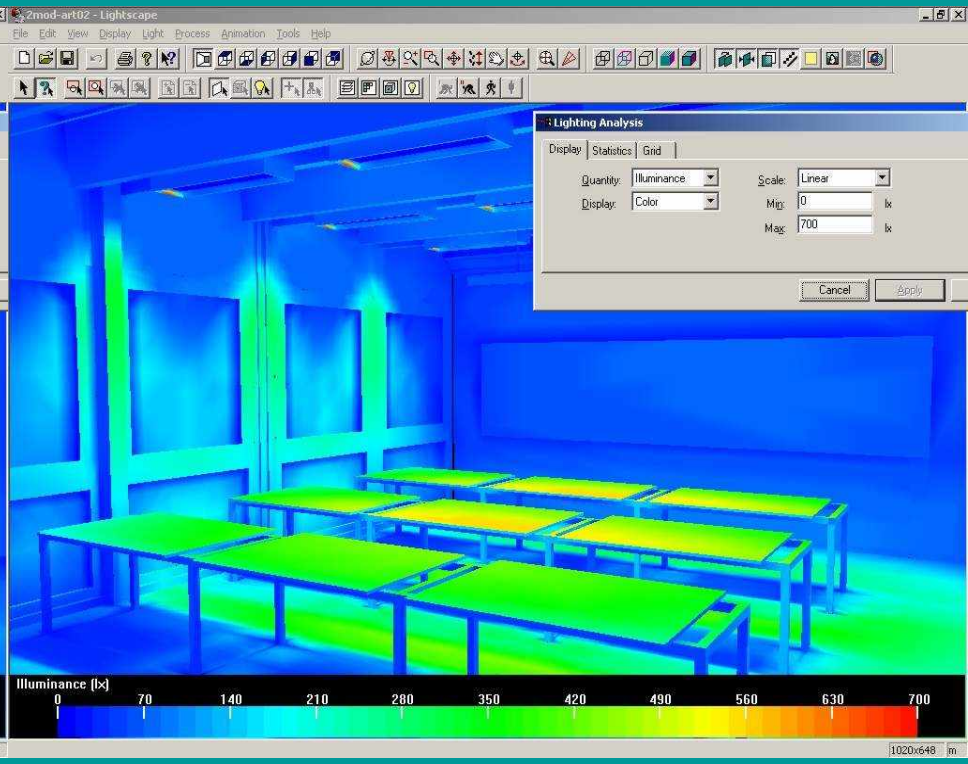
$$Epv = \frac{I}{H^2} \times \cos^2 \alpha \times \text{sen}\ \alpha$$

Modelos

Luminancia Luz Artificial (cd/m^2)



Iluminancia Luz Artificial (lx)



Simulación mediante Lightscape

Pautas para el proyecto de iluminación

¿Qué o para qué?

- Iluminación general
- Iluminación de trabajo
- Iluminación de acento o destaque
- Iluminación de exteriores
  - Planos verticales
  - Planos horizontales
  - Siluetas
  - Objetos

¿Cómo?

- Distribución de la luz
  - Características de lámparas / luminarias
- Consumo energético
- Rendimiento Cromático
- Temperatura de color
- Costos de Funcionamiento / Vida útil
- Costos de mantenimiento y reposición

¿Con qué?

Iluminación natural y artificial

F. Ghery
Museo Guggenheim, Bilbao

- La arquitectura es una interrelación de planos y volúmenes que solamente son posibles de percibir con una fuente luminosa.

Iluminación en espacios interiores

- Cada actividad precisa de un nivel de iluminación determinado en la zona en que se desarrolla la misma.

- El nivel de iluminación es función de:
  - el tamaño de los detalles que se han de ver.
  - la distancia entre el ojo y el objeto observado.
  - el factor de reflexión del objeto observado (objetos con factores de reflexión bajos, precisarán niveles de iluminación más elevados).
  - el contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca (unas condiciones de contraste deficientes precisarán mayores niveles de iluminación).
  - la edad del observador.

Modos de Iluminación Artificial

Iluminación Artificial Complementaria (PSALI)

Iluminación Tarea Ambiente

Iluminación de Trabajo

Iluminación de Trabajo

RELACION ENTRE ILUMINACION GENERAL Y LOCALIZADA

- Dentro de la zona de trabajo, la iluminación localizada deberá tener una uniformidad de por lo menos 0.8 entre su nivel mínimo y su nivel máximo.
- Cuando se usan combinadas iluminación general y localizada, la relación varía según el nivel.

Iluminación localizada	Iluminación general
250	125
500	250
1000	300
2500	500
5000	600
10000	700

Oficinas de Osram, Argentina

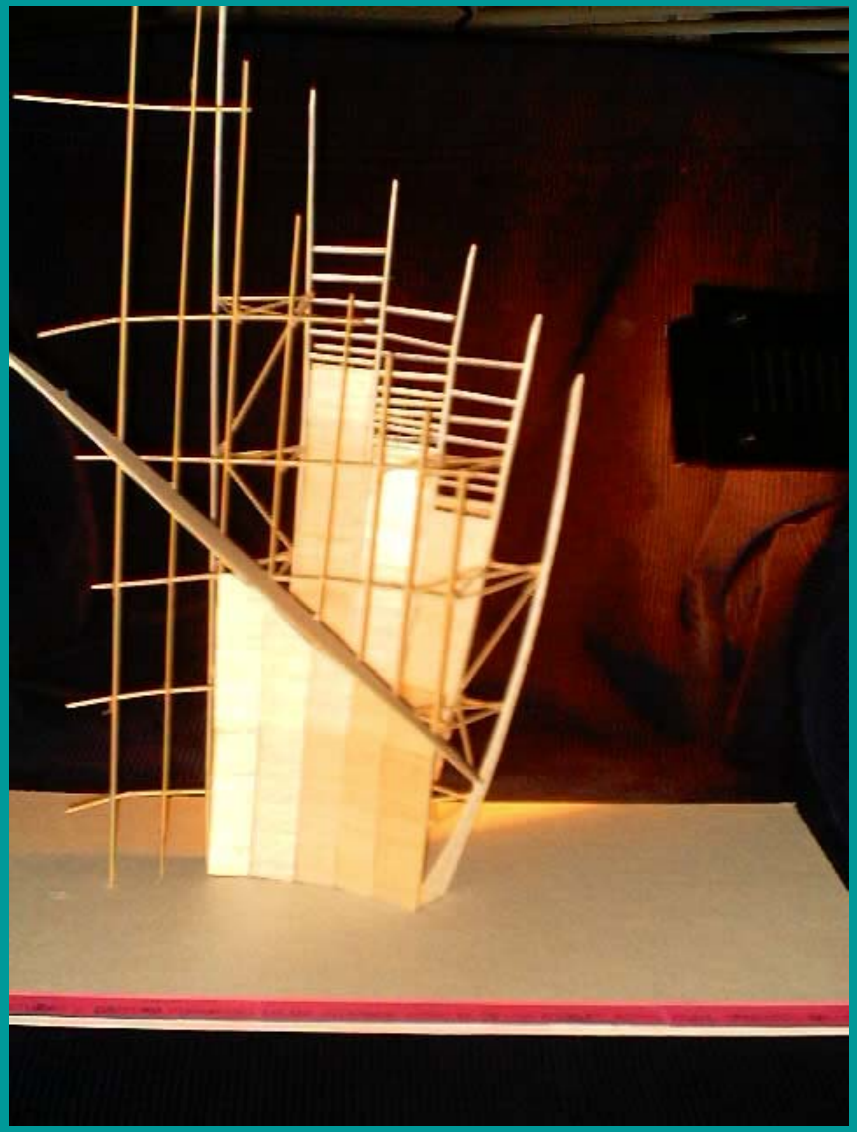
Iluminación de ambiente

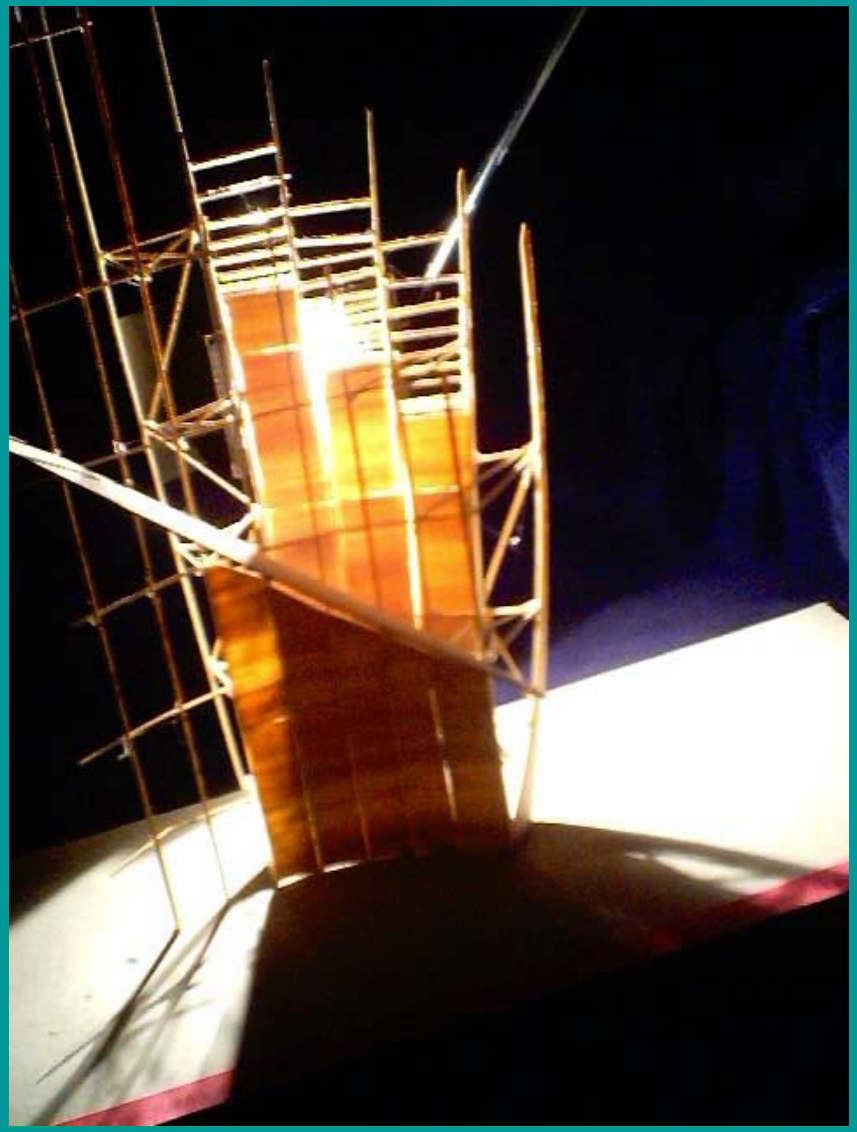
Hotel TRYP, Aeropuerto Barcelona.
Arqs. Ferrater y Guibernau

Iluminación de acento

Museo Quinquela Martín , Buenos Aires.

Iluminación de destaque





Iluminación de efecto y acento

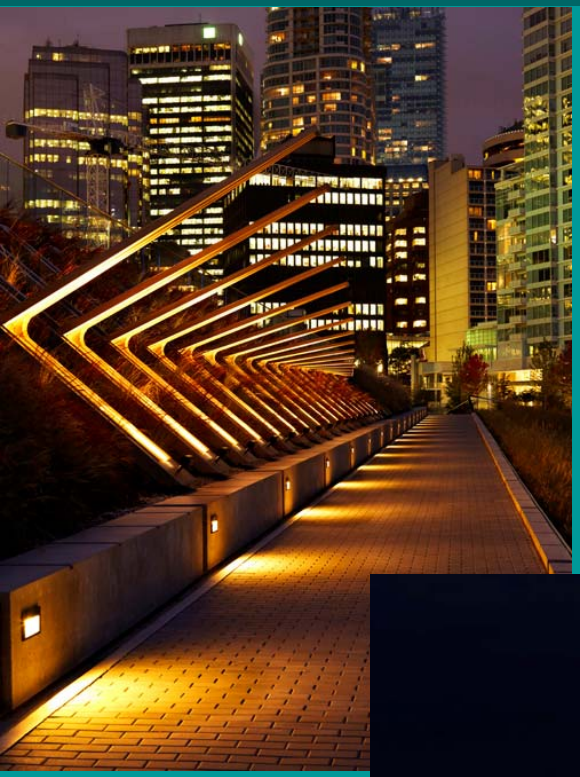
Iluminación escenográfica

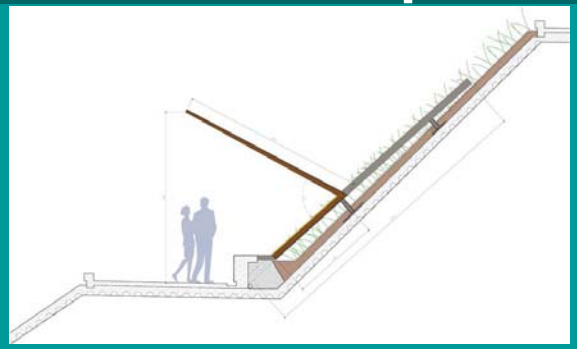
Iluminación de espacios exteriores

Edificio República, C. Pelli, Bs. As.

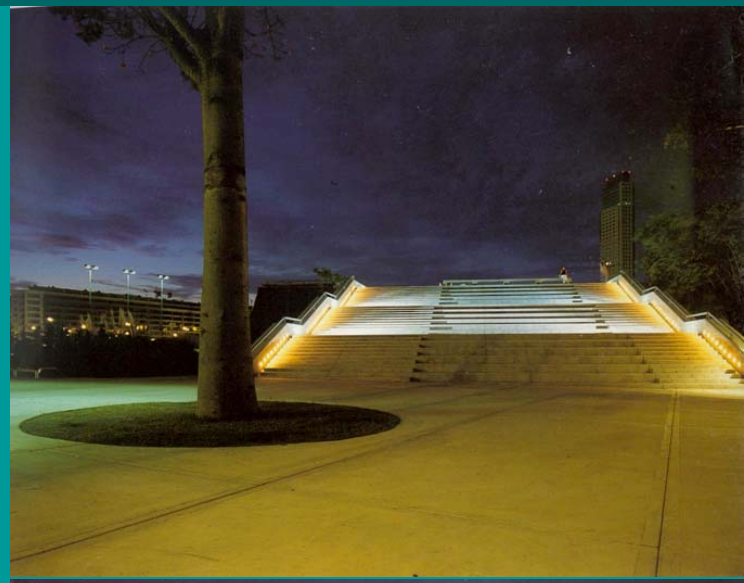
Sony Center, H. Jahn, Berlín.

Iluminación de espacios exteriores





Jill Anholt Studio
Vancouver, Canadá
Paseo peatonal conector del Centro de Convenciones de Vancouver con el Seawall.



- La luz es la llave de la percepción visual nocturna del espacio.

Parque M. Bastidas, Bs. As.
Joselevich, Magariños, Novoa, Garay, Sebastián y Vila

Iluminación escenográfica exterior

- La luz artificial es un evidente sustituto óptico de la luz natural, pero sin los efectos benéficos de ésta última.

Iluminación escenográfica exterior

San Miguel
de Tucumán

Iluminación escenográfica

Fremont Steet Experience (450m)

Bibliografía

- AADL. Iluminación, luz, visión, comunicación .Tomo I y II, Asociación Argentina de Luminotecnia, 2001.
- Borgato J. Luz y visión, un vocabulario. Publicaciones FAPyD.
- Borgato J. Iluminación artificial. Texto 76.10.10, Publicaciones FAPyD.
- Borgato J. Luz artificial: limitación del tema. Hoja 800323, Publicaciones FAPyD.
- Normas IRAM AADL J-2005, J-2006
- Laszlo C. Manual de iluminación.
- Laszlo C. Guía para una correcta iluminación, Suplemento Arquitectura de Clarín.
- Proyecto ELI (EfficientLighting Initiative). Manual de Iluminación. Publicaciones FAPyD.
- Revista Tectónica nº24. Iluminación (I) artificial. Septiembre 2007.
- Páginas web:
  - www.erco.com
  - www.reggiani.org
  - www.aadl.org.ar
  - www.osram.com.ar
  - www.philips.com.ar , http://catalogos.philips.com.ar/
  - www.dled.com