



Iluminación con LEDs Superbrillantes

Iván Moreno

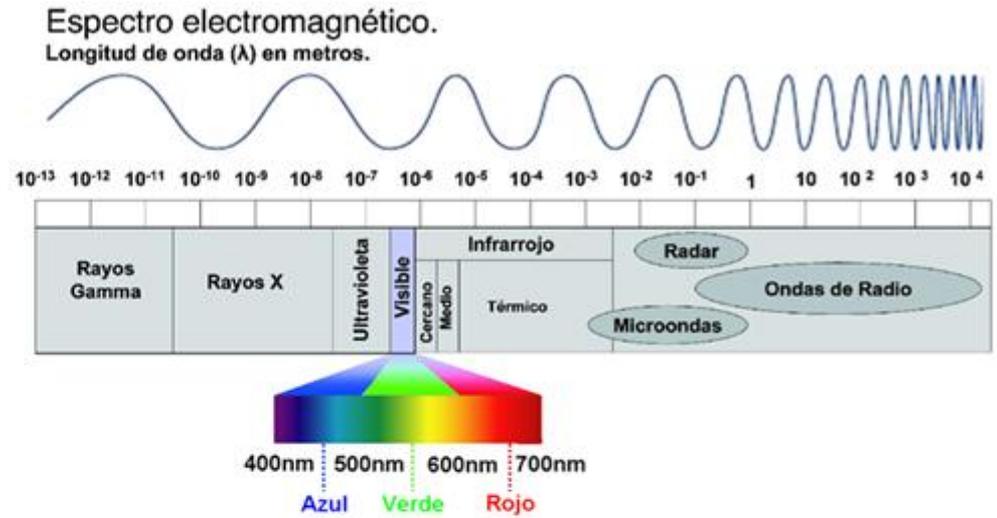
Universidad Autónoma de Zacatecas
México

email: imoreno@fisica.uaz.edu.mx



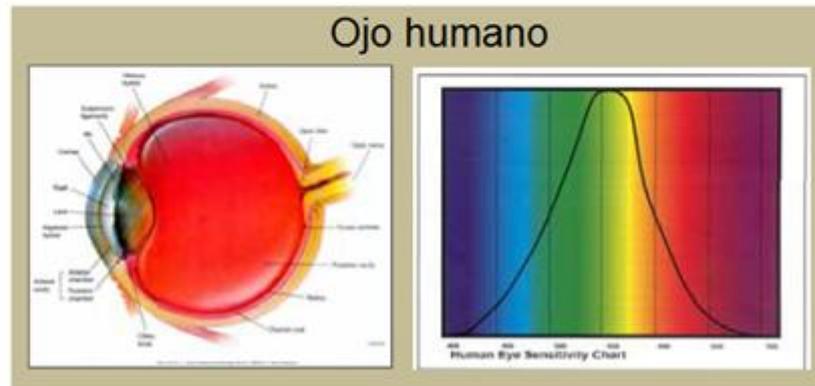
Luz y Visión Humana

- **Luz:** Energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual en el rango de los 380 a 760 nm.

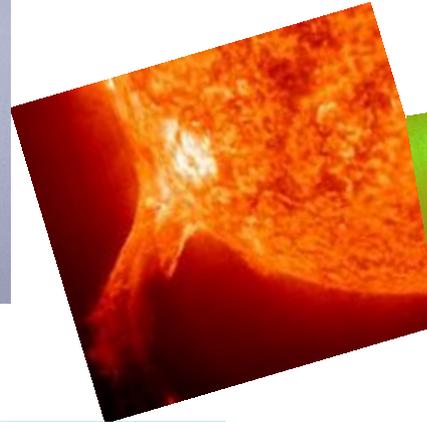
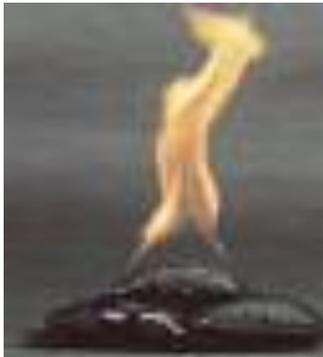


- El ojo humano tiene una función de respuesta espectral muy específica.

$$V(\lambda)$$



Fuentes de Luz

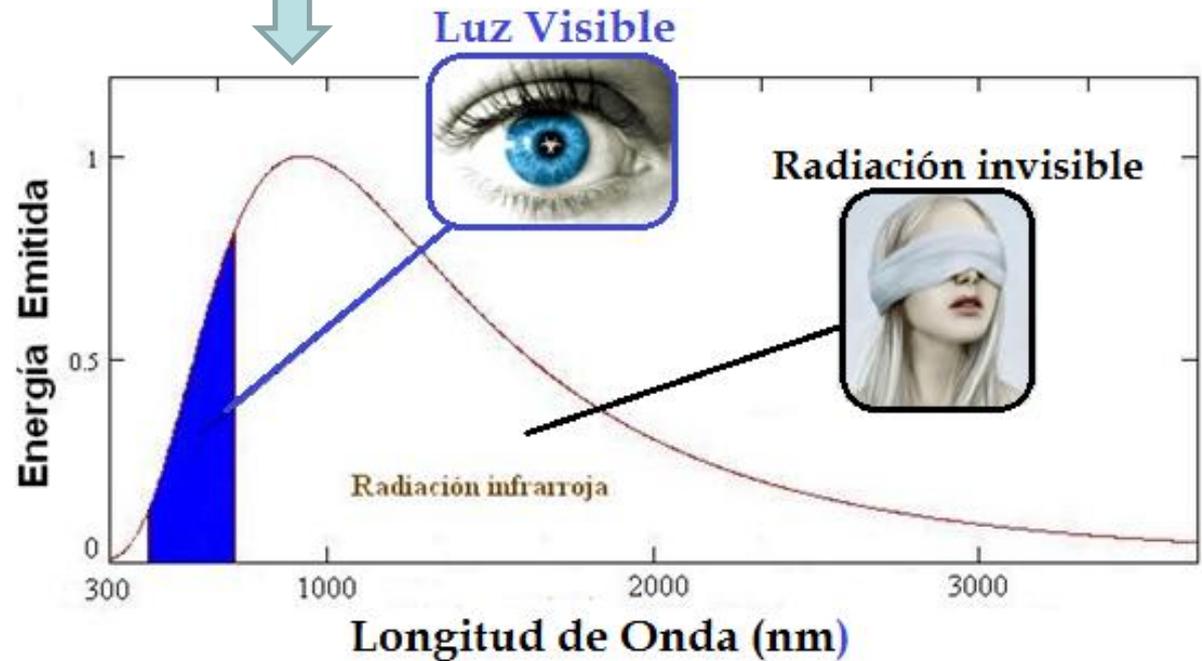


Eficiencia de fuentes tradicionales

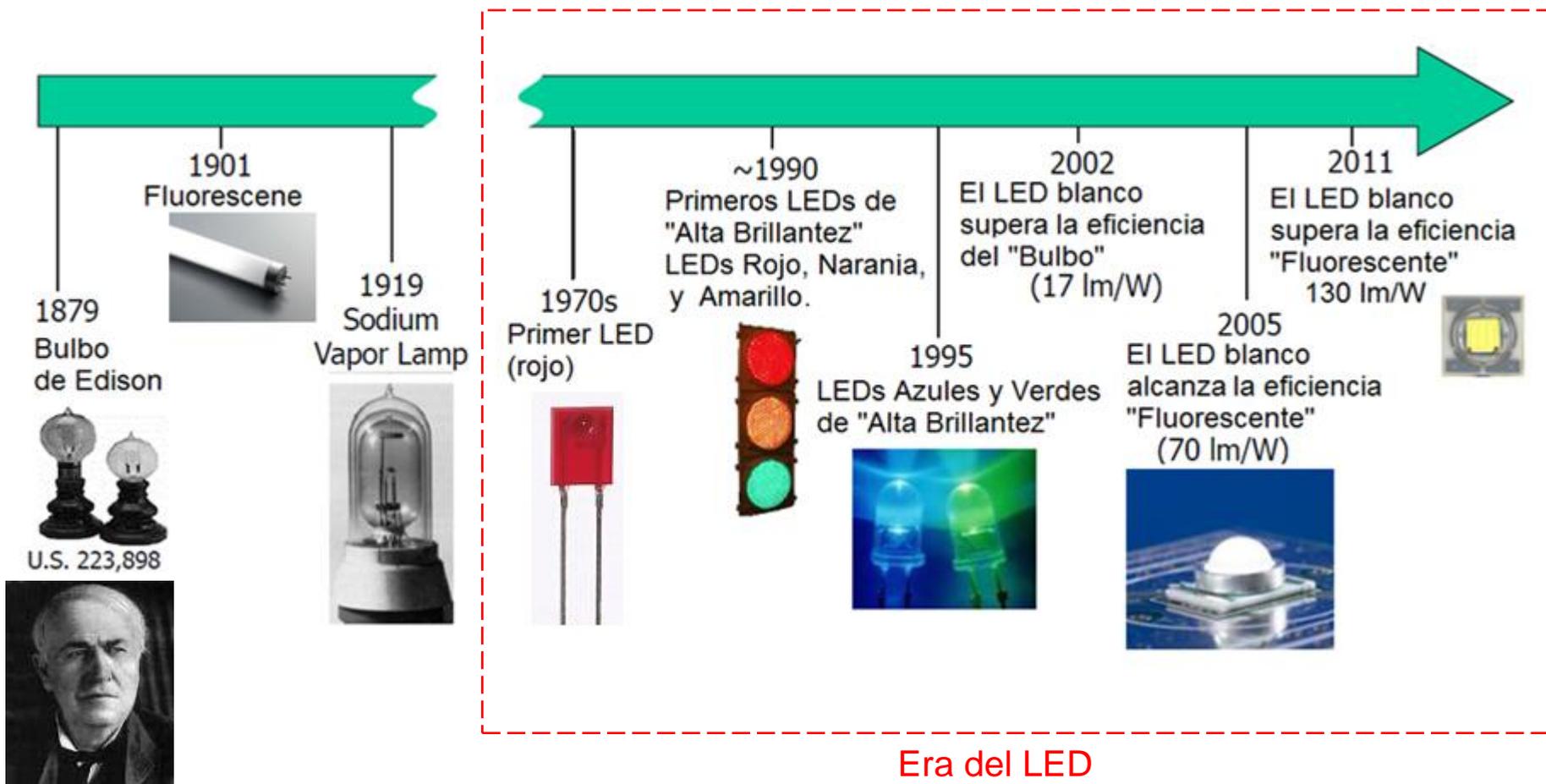


Bombilla incandescente

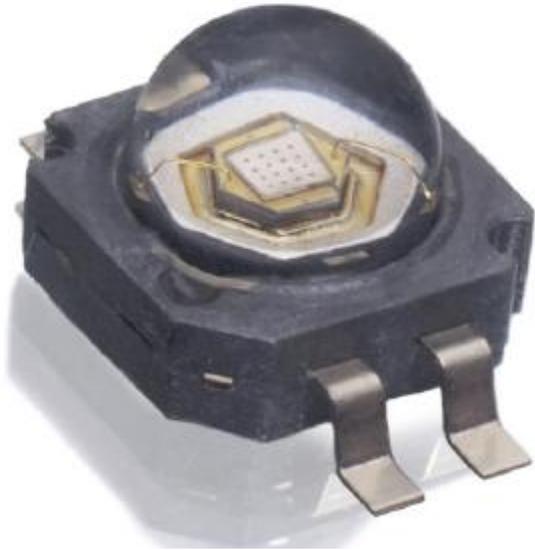
Espectro de emisión



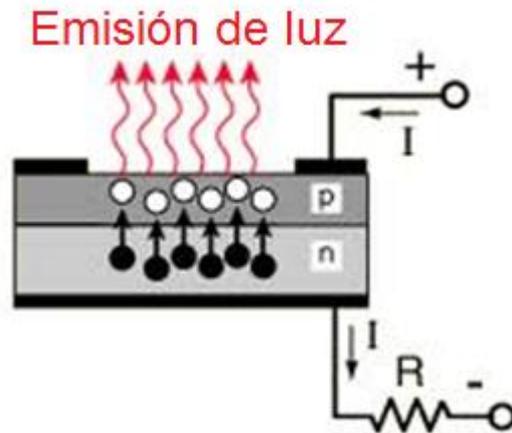
Luz eléctrica: historia



Light-Emitting-Diode (LED)



El LED es un diodo semiconductor que emite luz por emisión espontánea cuando la corriente eléctrica fluye a través de una unión p-n de materiales semiconductores.



Empaque de un LED

Copa reflectora.

Mejora la colecta de luz

Lente (domo transparente).

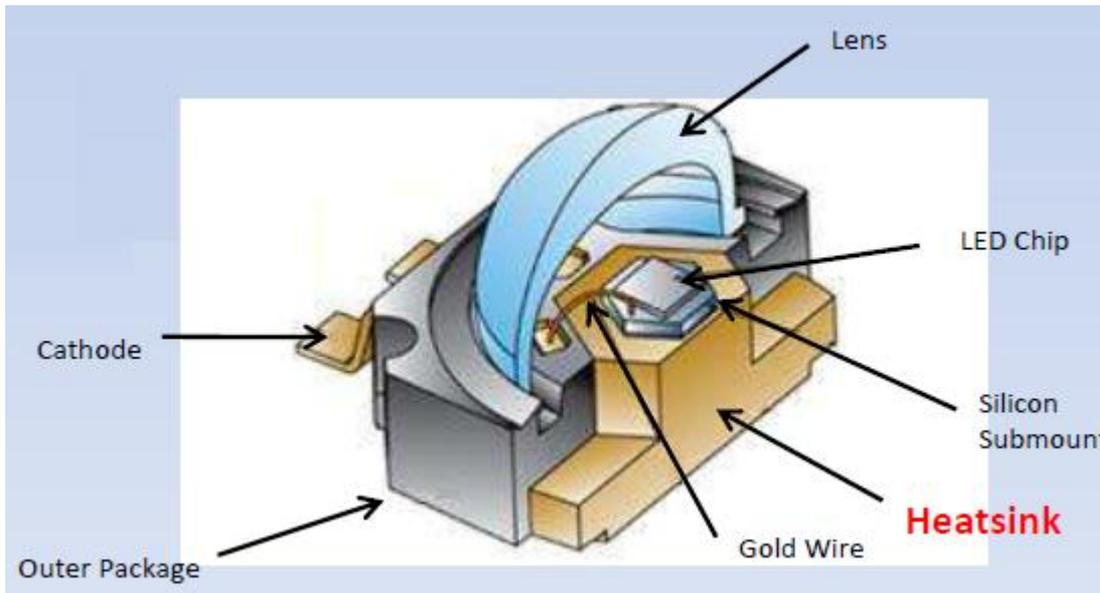
Aumenta la extracción de luz

Da forma al patrón de radiación

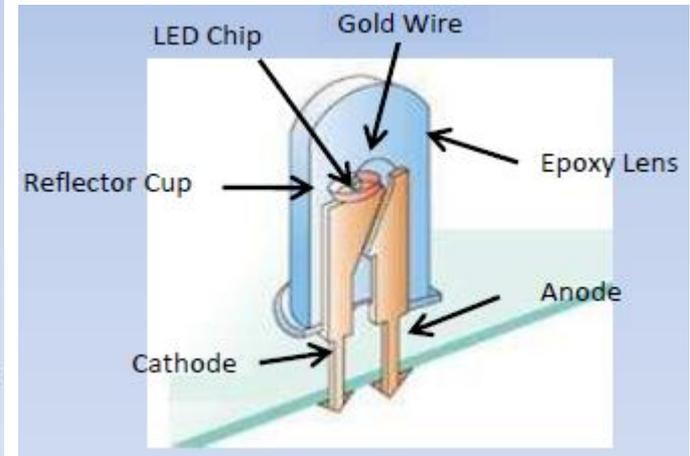
Protege al chip del medio ambiente

Disipador de calor.

Es la principal diferencia entre el LED de bajo flujo y el usado en iluminación. Disipa el calor debido a las pérdidas cuando se aplica una corriente eléctrica grande.

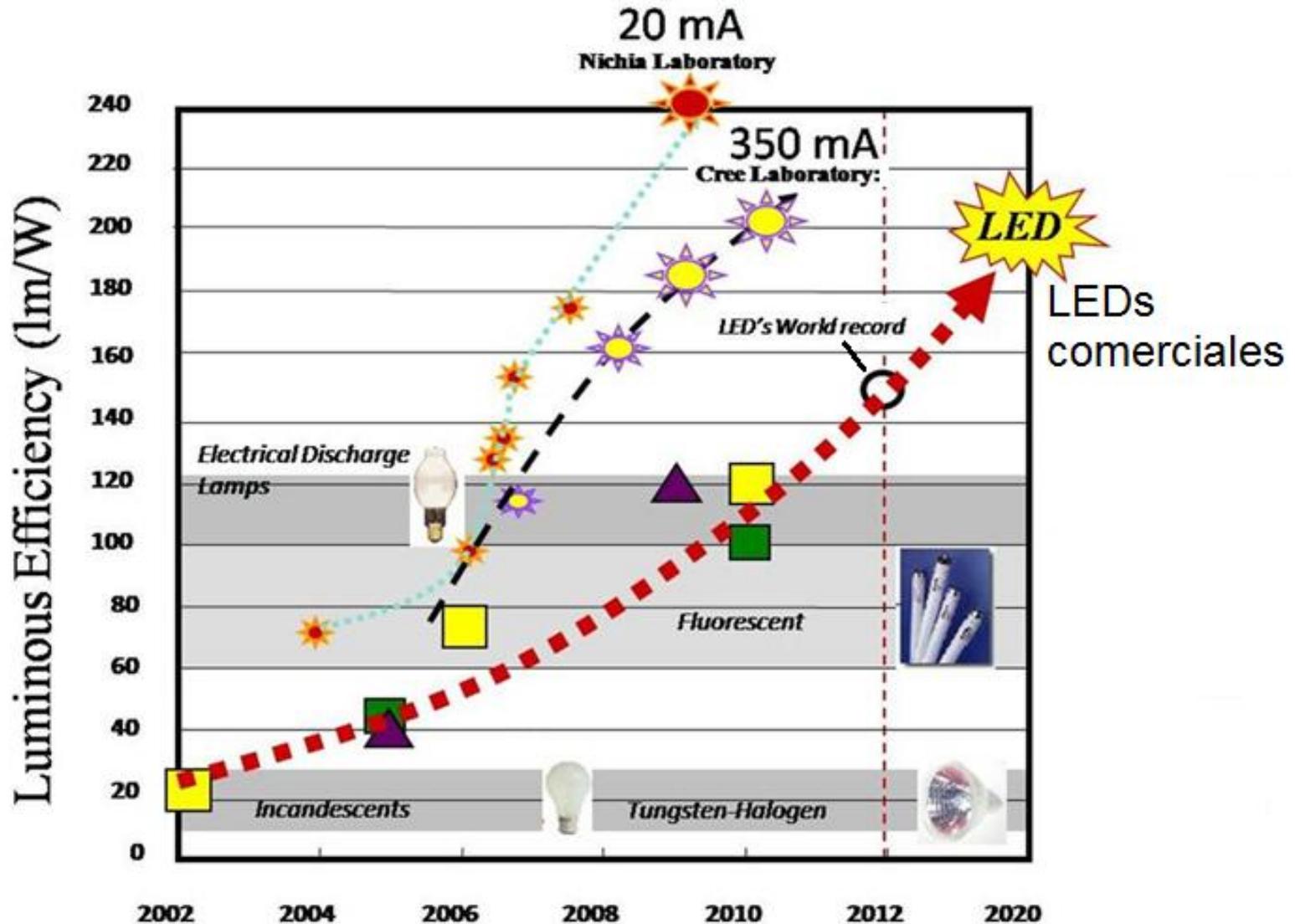


LED de alta potencia



LED de baja potencia

Eficiencia del LED: histórico



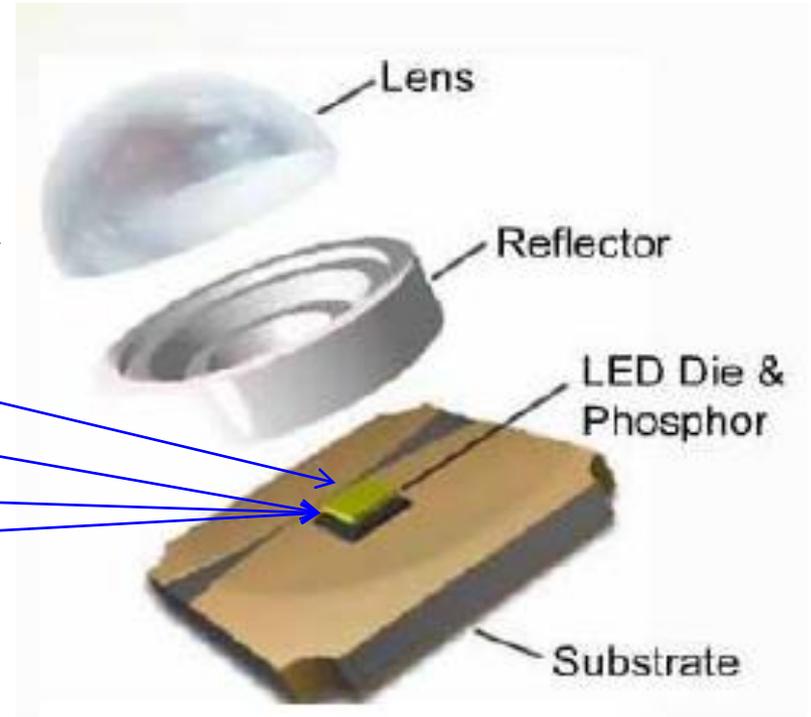
Necesidades de Mejora

Para alcanzar los 200 lm/W en el 2020, se necesitan mejoras en:

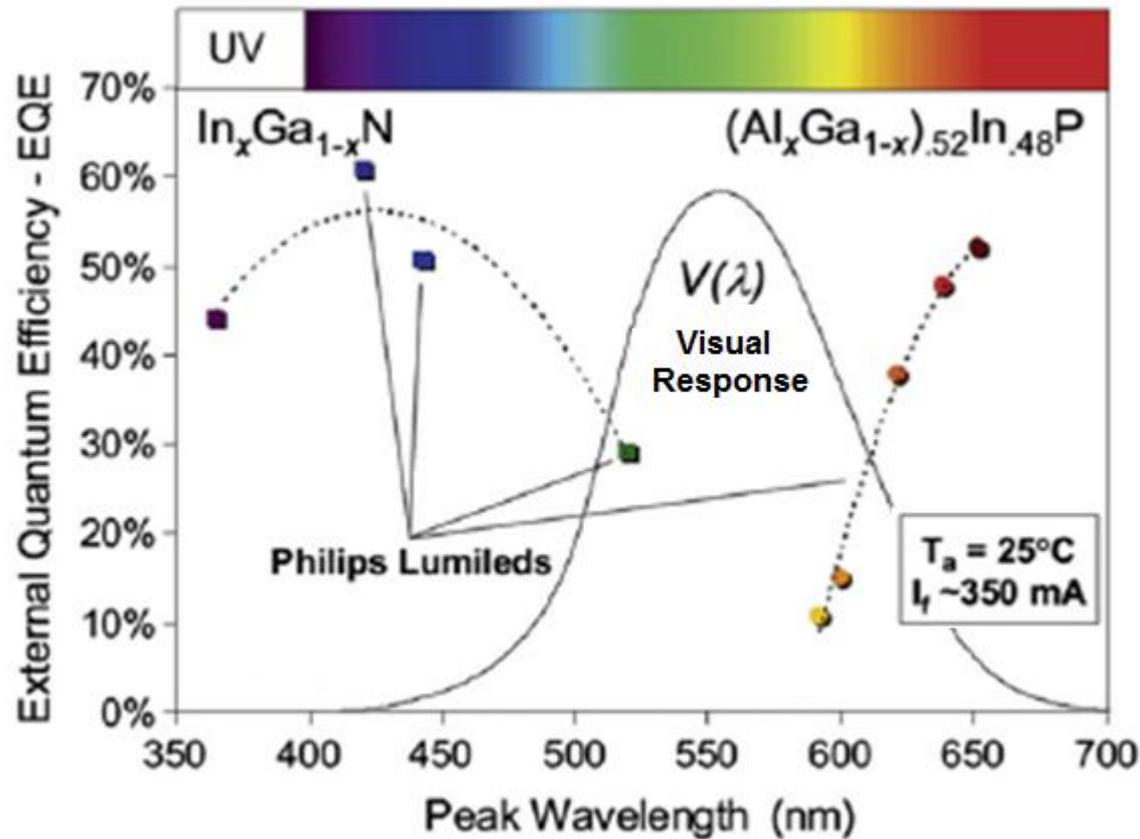
- Eficiencia de extracción del empaque del LED (lente, reflector y capa de fósforo)
- Eficiencia de conversión del fósforo
- Eficiencia de extracción del chip (LEE)
- “Green Gap”
- Eficiencia cuántica interna (IQE)

Otros requerimientos:

Bajar el costo



Estado del Arte en Eficiencia



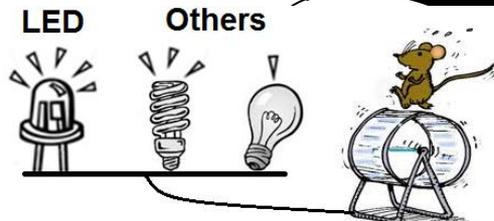
Eficiencia de
conversión
Electrón-fotón

$$\text{EQE} = \text{IQE} \times \text{LEE}$$

Eficiencia de
extracción de fotones
fuera del empaque

Ventajas del LED

Alta eficiencia



Others

LED



Larga Vida



Compactos



Others



Alta Controlabilidad

Others

LED



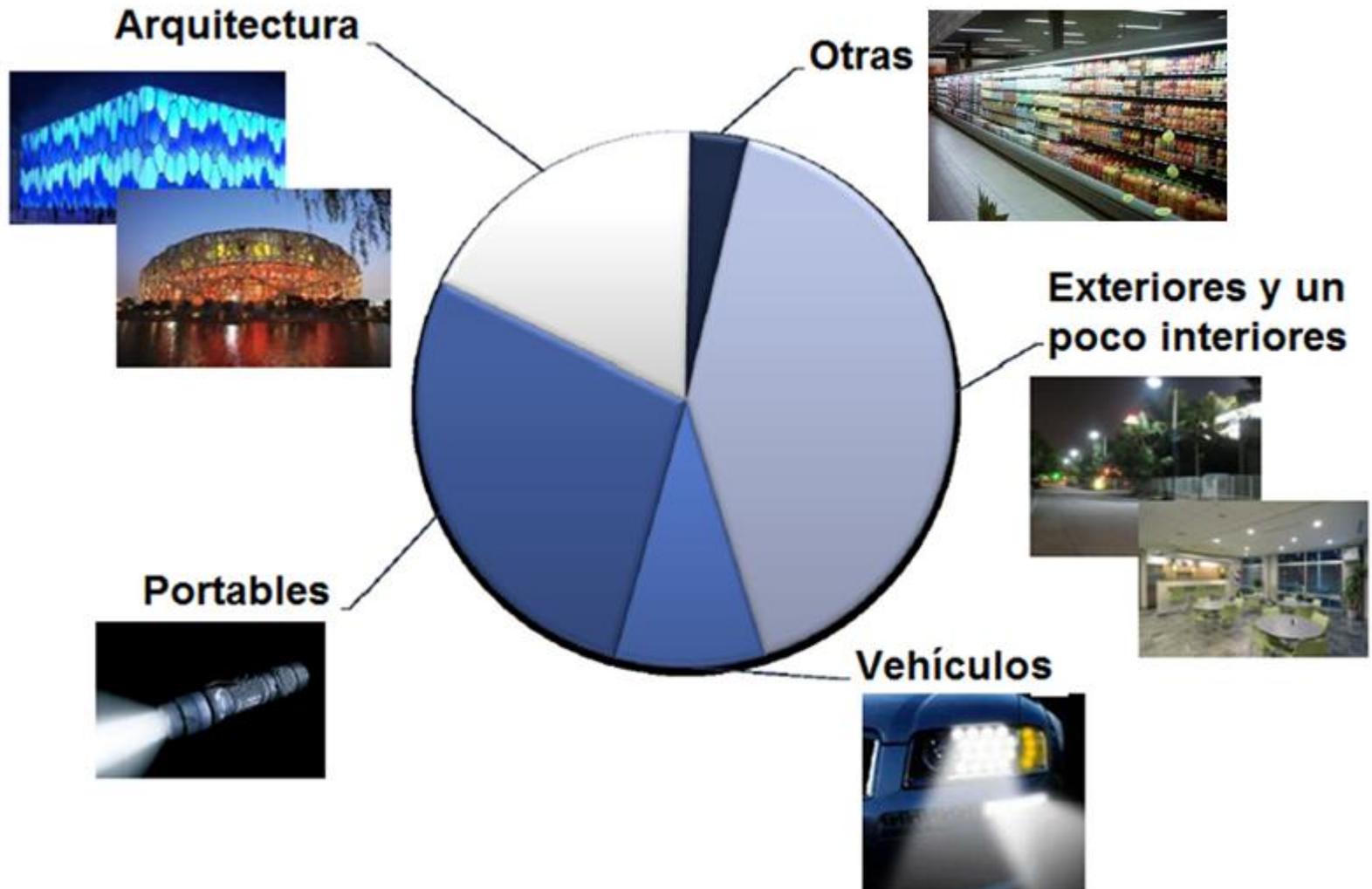
Rapidez de Respuesta

Others

LED

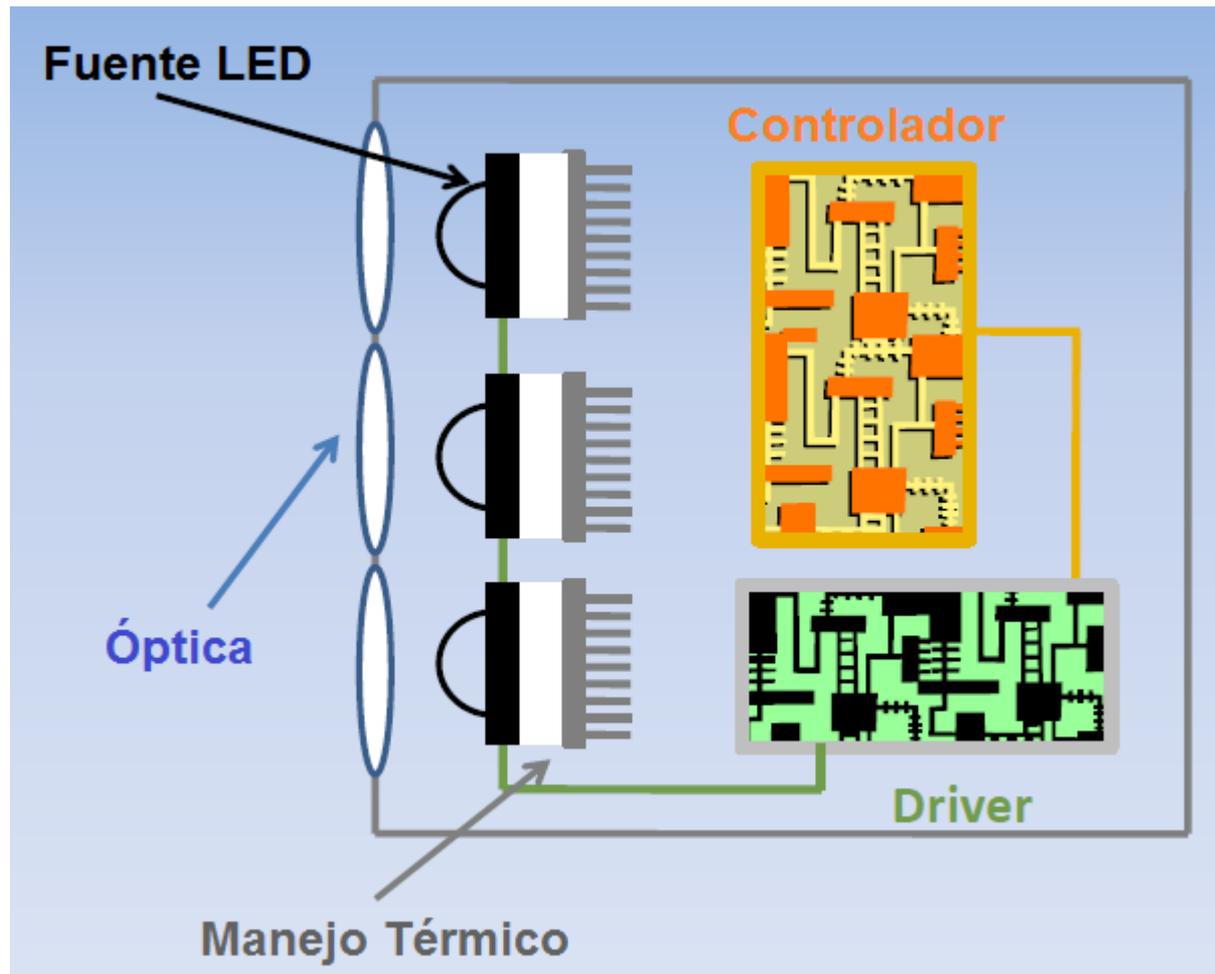


Aplicaciones Actuales*



* Sin considerar Pantallas de TV ni teléfonos móviles

Una lámpara LED es todo un sistema



Eficiencia de una lámpara LED

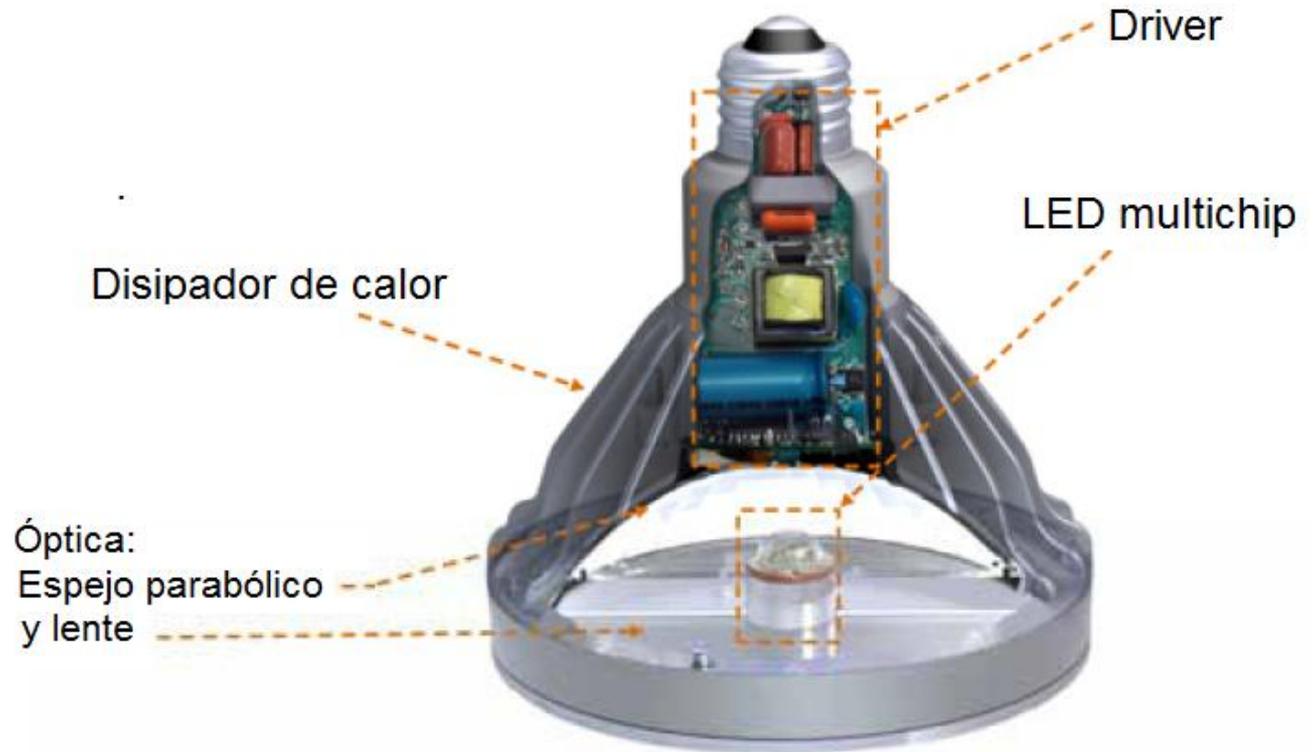
LED

Eficiencia
de la óptica
85%

Efecto térmico
en la eficiencia
90%

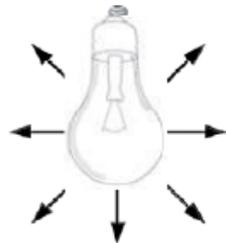
Eficiencia del
driver
80%

Eficiencia del Sistema : ~ 60% Eficiencia del LED

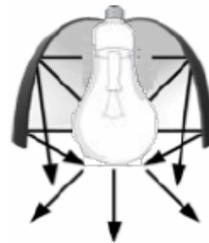


El LED es muy eficiente en luz direccionada

Incand



"17 lm/W"

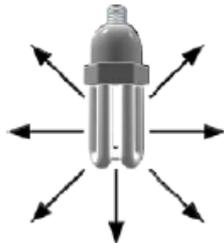


Eficiencia de la luminaria 58%



Eficiencia neta
10 lm/W

CFL



"60 lm/W"



Eficiencia de la luminaria 58%



Eficiencia neta
35 lm/W

LED



"100 lm/W"



Eficiencia del Driver 85%
Equilibrio Térmico 90%



Eficiencia neta
77 lm/W

EL alumbrado LED es sustentable

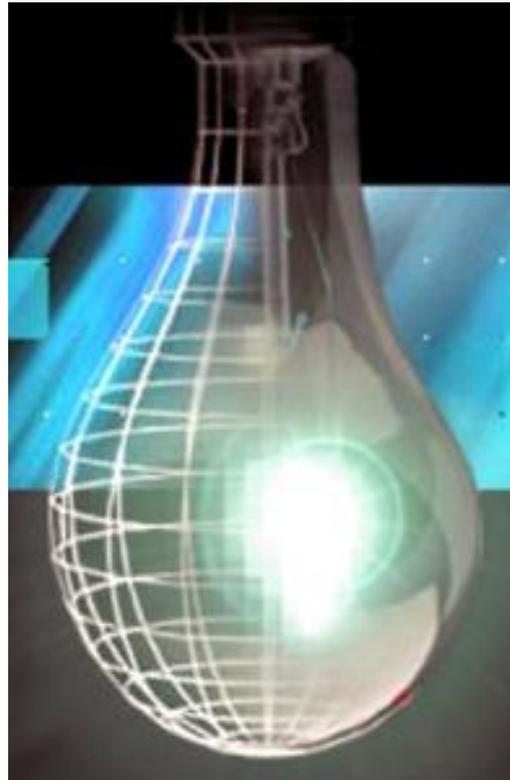
Ejemplo: Proyecto **PHILIPS** de ciudad sustentable

Se inspira en cómo las flores se abren al sol para recoger su energía, las Luces de la ciudad sostenible poseen pétalos fotovoltaicos que se abren durante el día para recoger los rayos del sol. Y luego durante la noche transformarlos en energía luminosa.



Radiometría básica

La radiometría se ocupa de la medición de la radiación electromagnética.

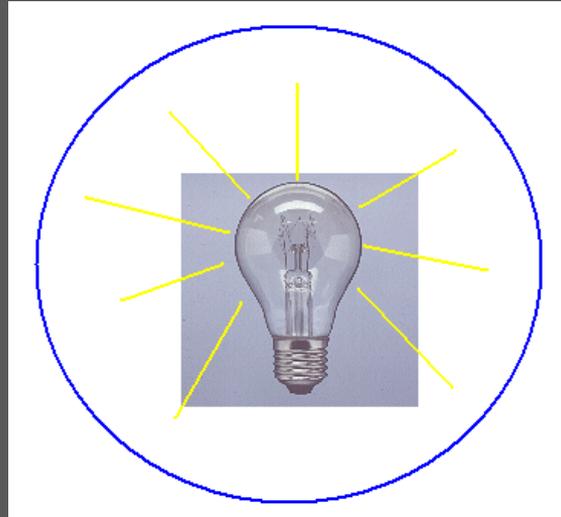


Flujo radiante

La energía total radiada por un objeto en un intervalo de tiempo es
 Q =Energía total radiada (Joules o Watts-seg)

El flujo radiante es la velocidad de emisión de radiación (Watts)

$$\Phi = \frac{dQ}{dt}$$



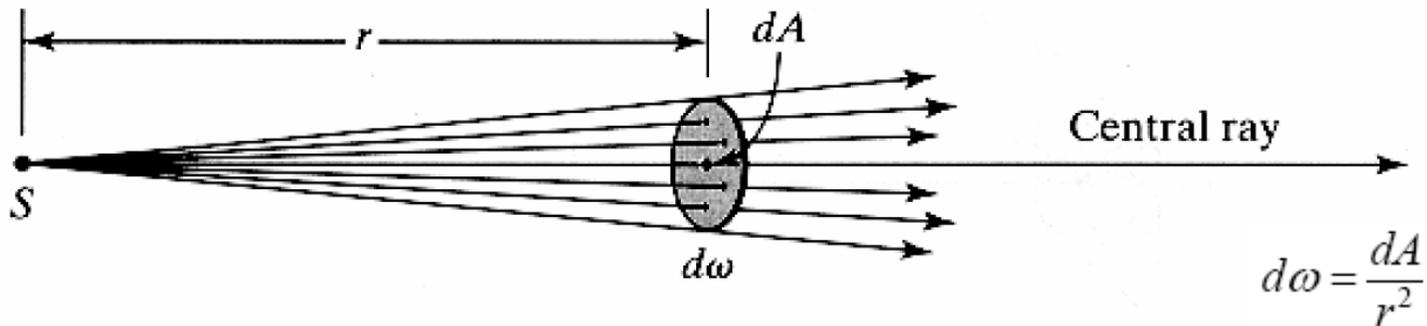
Intensidad radiante

Es la potencia radiada en un ángulo sólido ω

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Está en unidades de Watts/estereoradian=W/sr

Se usa especialmente para caracterizar fuentes de tamaño pequeño (puntuales).



Irradiancia

Es la potencia radiada por unidad de área A

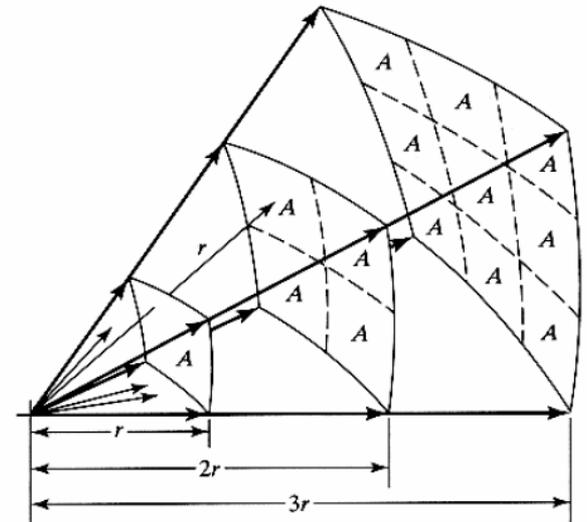
$$I = \frac{d\Phi}{dA}$$

Está en unidades de Watts/m²

Se usa para caracterizar la radiación sobre una superficie.

Ley del cuadrado inverso

$$I = \frac{\Phi}{4\pi r^2}$$



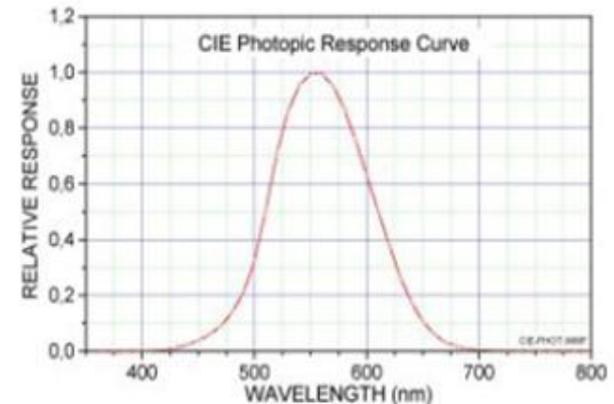
Radiometría vs. Fotometría

Radiometría

- Medida de la radiación EM en el espectro completo

Fotometría

- Medida de la radiación visible de acuerdo a la respuesta del ojo humano



Describen *parámetros similares* (energía, flujo, potencia por unidad de área, etc.)

Utilizan *diferentes sistemas de unidades* }

- Radiometría** -- Watts
- Fotometría** -- Lumens

Un LED emitiendo en verde aparece más brillante que un LED emitiendo en rojo, para el mismo flujo de energía

Gracias!

