

# *Módulo 1.4 – Luminarias: conceptos básicos y caracterización.*

**Héctor Beltrán San Segundo**  
**Universitat Jaume I - Fundació F2e**



# Contenido:

- *Definición y funciones de las luminarias.*
- *Elementos que forman una luminaria.*
- *Caracterización de las luminarias – diagramas fotométricos.*
- *Visita centro tecnológico de estudio de luminarias (AIDO).*



# Definición y funciones de las luminarias

## Definición de las luminarias

Según la definición de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), se define a las luminarias como "aparatos que filtran, distribuyen o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen los accesorios necesarios para alimentarlas."



# Definición y funciones de las luminarias

## Necesidad de las luminarias

**La luminancia de las lámparas es muy elevada.**

- Se necesita ↑ superficie aparente para ↓ molestias visuales.



**Las lámparas emiten su luz en casi todas las direcciones.**

- Es necesario redirigir el flujo hacia la superficie de interés.



**Las lámparas se encuentran en ambientes agresivos o potencialmente peligrosos.**

- Es necesario protegerlas.

**Las lámparas requieren equipos auxiliares.**

- Se necesita alojamiento y soporte para el cableado.



# Definición y funciones de las luminarias

## Funciones de las luminarias

### Ópticas

- Luminancia reducida en determinadas direcciones.
- Distribución del flujo en consonancia con las necesidades.
- Incremento del rendimiento luminoso.

### Mecánicas y eléctricas

- Refrigeración y aislamiento térmico.
- Facilidad de montaje, desmontaje y limpieza.
- Protección contra el polvo, la humedad, etc.
- Protección contra perturbaciones mecánicas.

### Estéticas

- Deben estar en consonancia con el entorno.



# Elementos que forman una luminaria

## Óptica de las luminarias

Para conseguir los objetivos mencionados, el sistema óptico de una luminaria ejerce funciones muy diversas como son las siguientes:

- Hacer la luz difusa.
- Enfocar en determinadas direcciones.
- Evitar deslumbramientos.
- Colorear la luz.



# Elementos que forman una luminaria

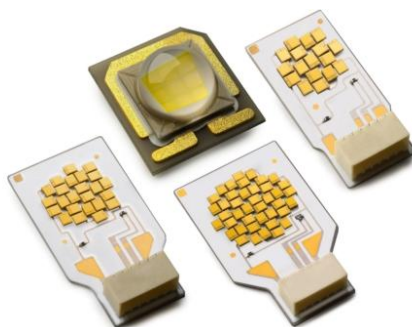
## Óptica de las luminarias

El control y distribución del flujo luminoso se consigue por reflexión, absorción, transmisión y refracción. Y para ello se utilizan los siguientes elementos que forman la óptica de las luminarias.

- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros



Con la irrupción de los LED las luminarias han experimentado también un gran boom y precinden de algunos de estos elementos, tal y como se verá en el próximo módulo.



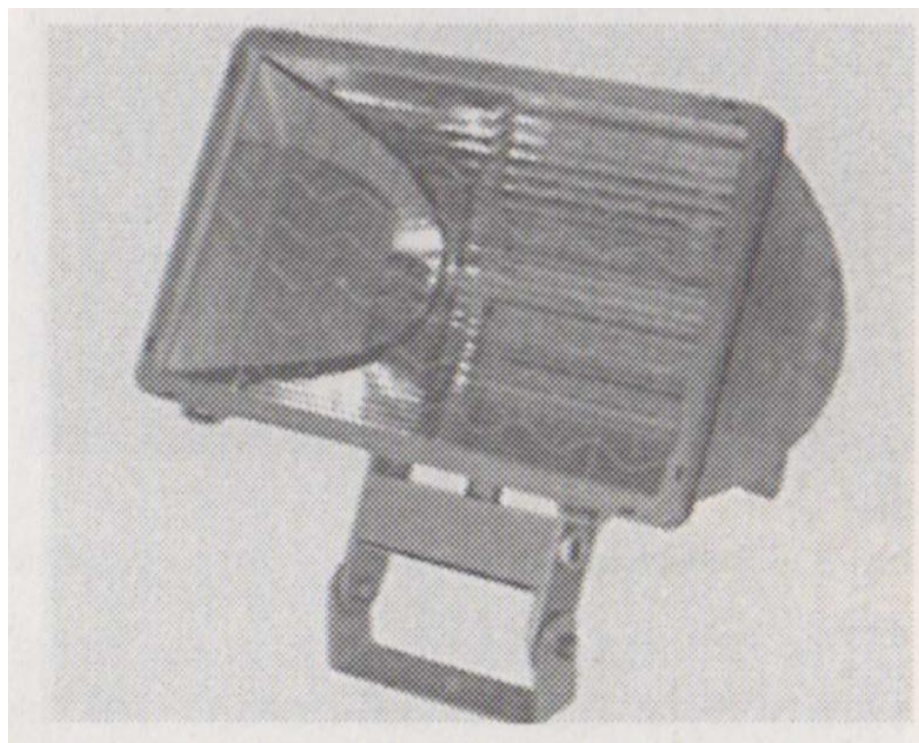
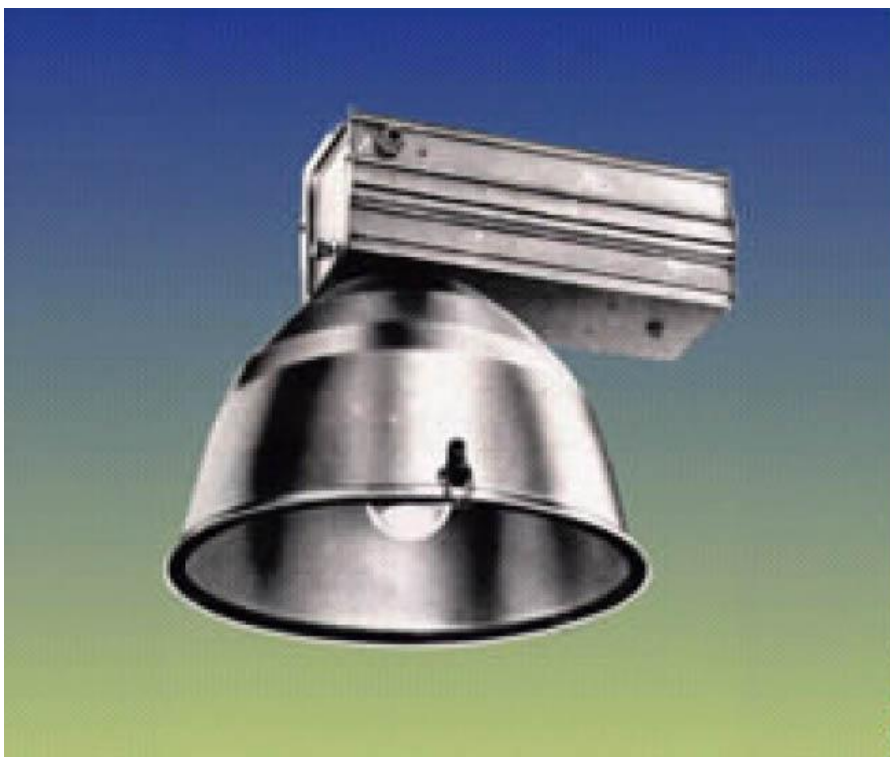
# Elementos que forman una luminaria

## Reflectores

### Reflector especular de revolución – recto

El reflector parabólico puede ser de revolución (paraboloide), o de lados rectos. Los más típicos son las campanas para iluminación industrial.

- **Reflectores**
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros





# Elementos que forman una luminaria

## Reflectores

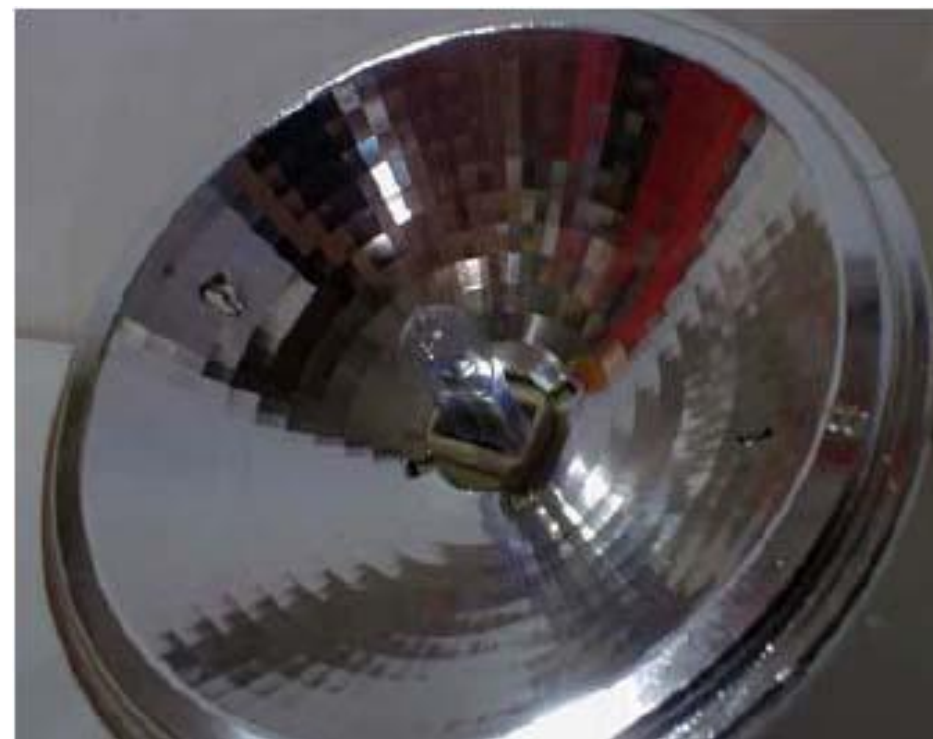
### Reflector especular paraboloide

- **Reflectores**
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros



Liso mate

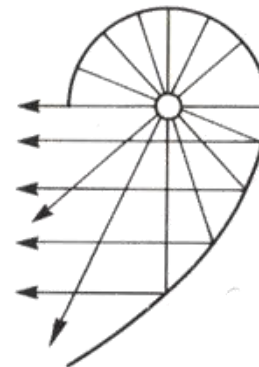
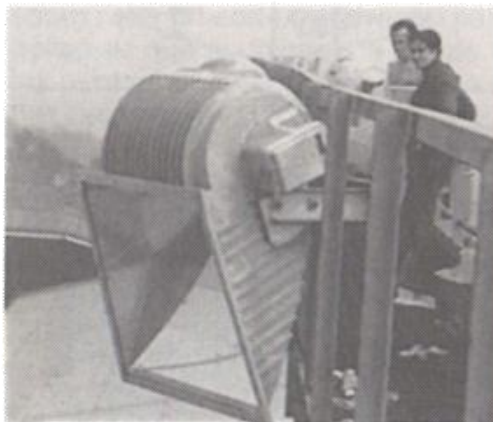
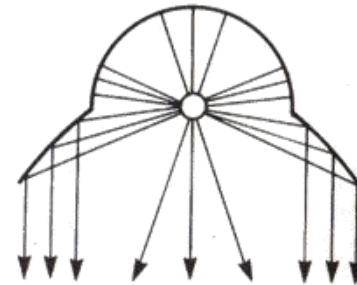
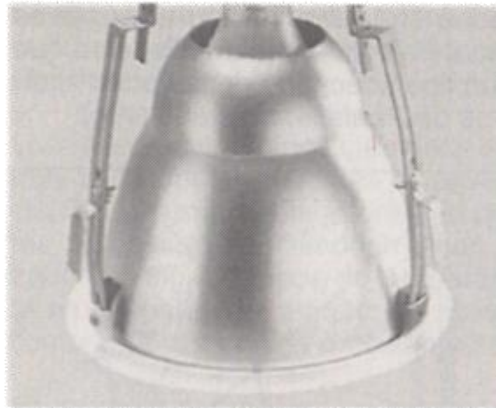
Facetado



## Reflectores

### Reflector especular combinado esférico-parabólico

El centro del círculo coincide con el foco de la parábola. El reflector esférico intensifica los rayos de la fuente antes de que den contra el reflector parabólico.



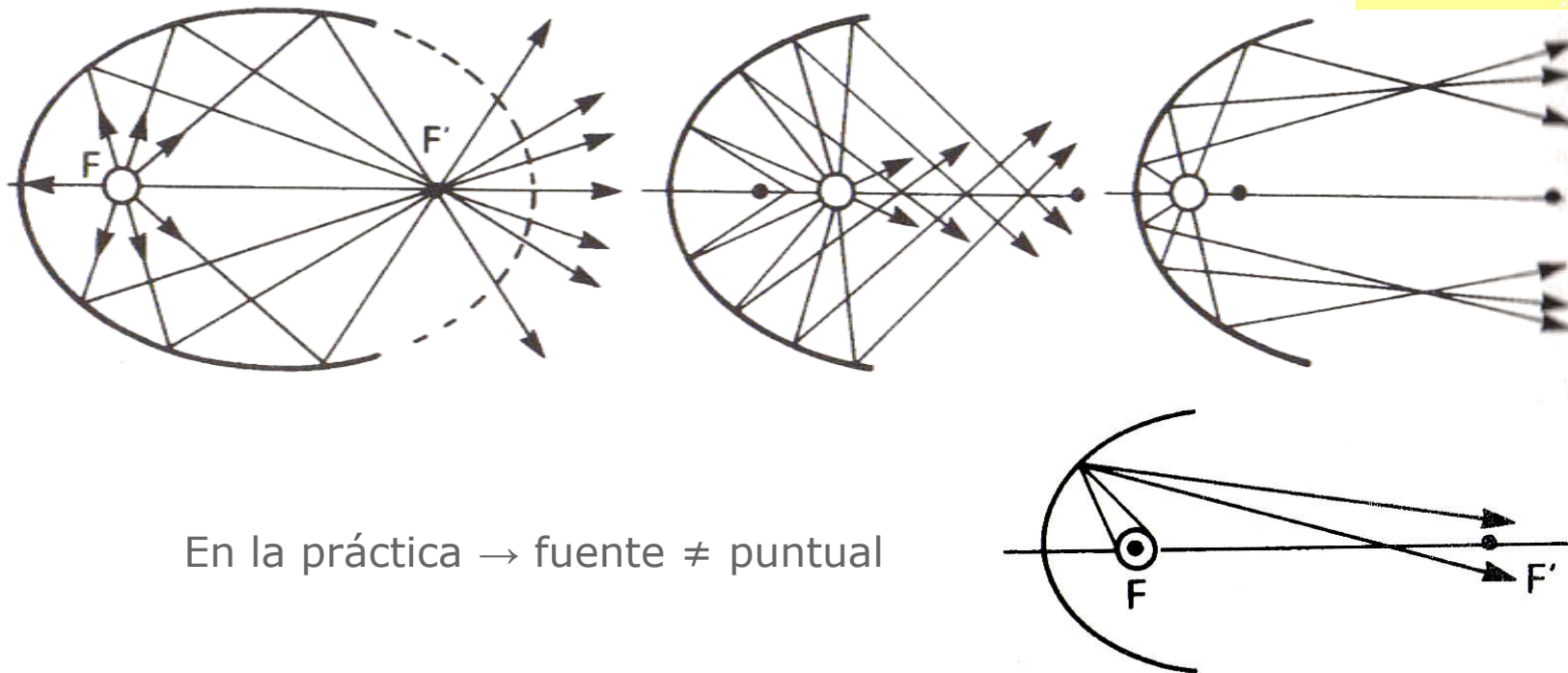
- **Reflectores**
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros

## Reflectores

### Reflector elíptico

Contienen la fuente de luz situada en uno de los focos de la elipse formada por el reflector de tal manera que, idealmente, toda la luz emitida acaba pasando por el segundo foco de la elipse.

- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros



En la práctica → fuente  $\neq$  puntual

Aplicación en los spots circulares empotrados en el techo, y en luminarias para tubos fluorescentes de lados rectos.

# Elementos que forman una luminaria

## Reflectores

### Reflector disperso

Se utilizan cuando se desea un grado moderado de control óptico para producir una forma específica de haz, pero uniforme (sin irregularidades a pesar de posibles defectos de fabricación).

- **Reflectores**
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros



# Elementos que forman una luminaria

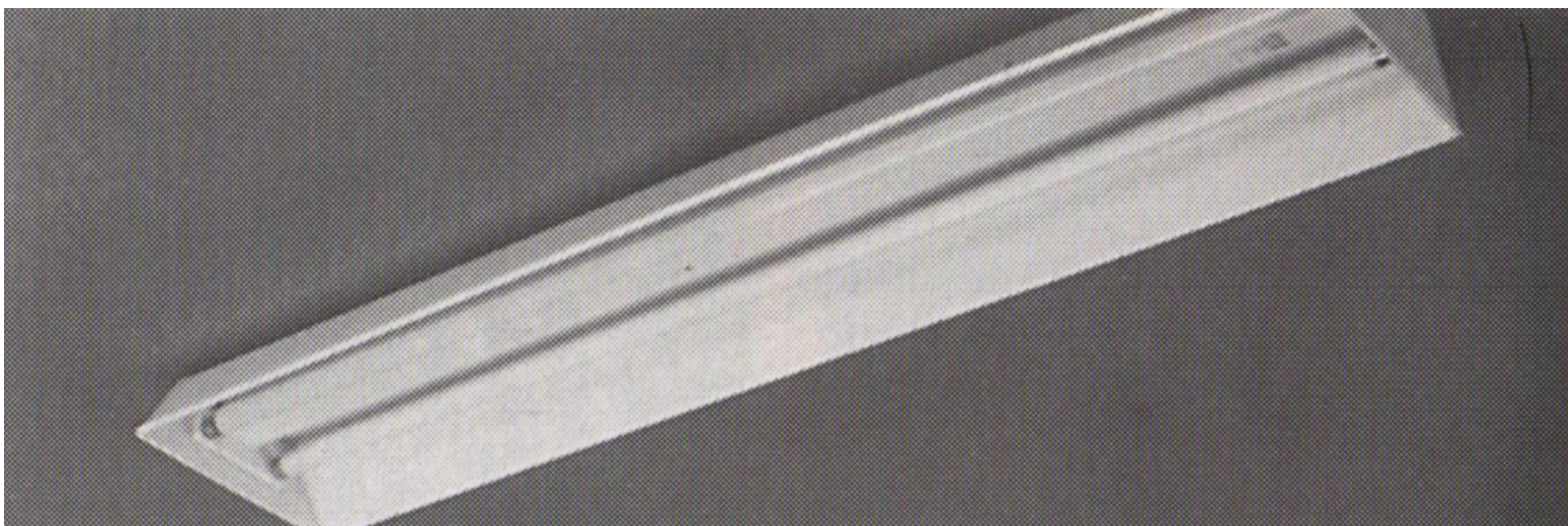
## Reflectores

### Reflector difuso

Presentan el mismo brillo desde todas las direcciones de observación. No enfocan la luz, sino que la distribuyen uniformemente sobre amplias áreas de trabajo, con niveles uniformes de iluminancia.

Son muy utilizadas en las luminarias de interior, con acabado mate y pinturas opacas, para proporcionar un nivel uniforme de iluminancia. Las paredes se pueden considerar reflectores difusos.

- **Reflectores**
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros

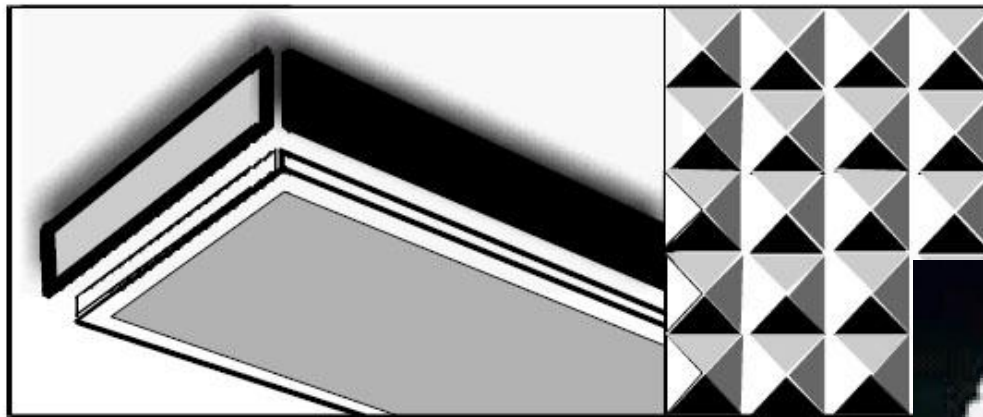


## Refractores

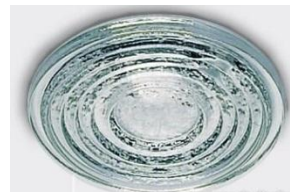
### Refractores de interior y exterior

El refractor, o controlador prismático, se utiliza para dar cierto control direccional a la luz procedente de las lámparas de forma que establecen un control de las intensidades luminosas y, parcialmente, del deslumbramiento.

- Reflectores
- **Refractores**
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- Filtros



De interior



De exterior



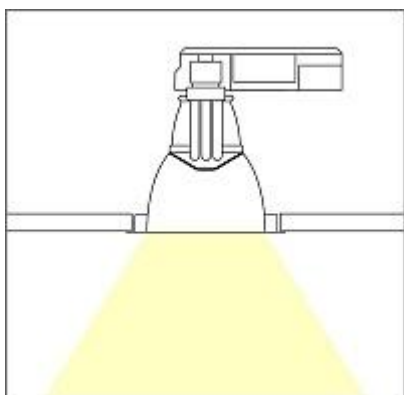
# Elementos que forman una luminaria

## Difusores

Elementos que difunden la luz en todas las direcciones para reducir el brillo de la luminaria en cualquier dirección.

Están hechos de materiales como vidrio opalino o policarbonatos traslúcidos.

- Reflectores
- Refractores
- **Difusores**
- Dispositivos de pantalla
- Filtros



# Elementos que forman una luminaria

## Dispositivos de pantalla

Los apantallamientos se utilizan para dirigir la luz de una luminaria y/o para ocultar la lámpara a la visión del usuario.

Puede serlo el mismo cuerpo de la luminaria o mejorarse utilizando deflectores.

- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- **Dispositivos de pantalla**
- Filtros



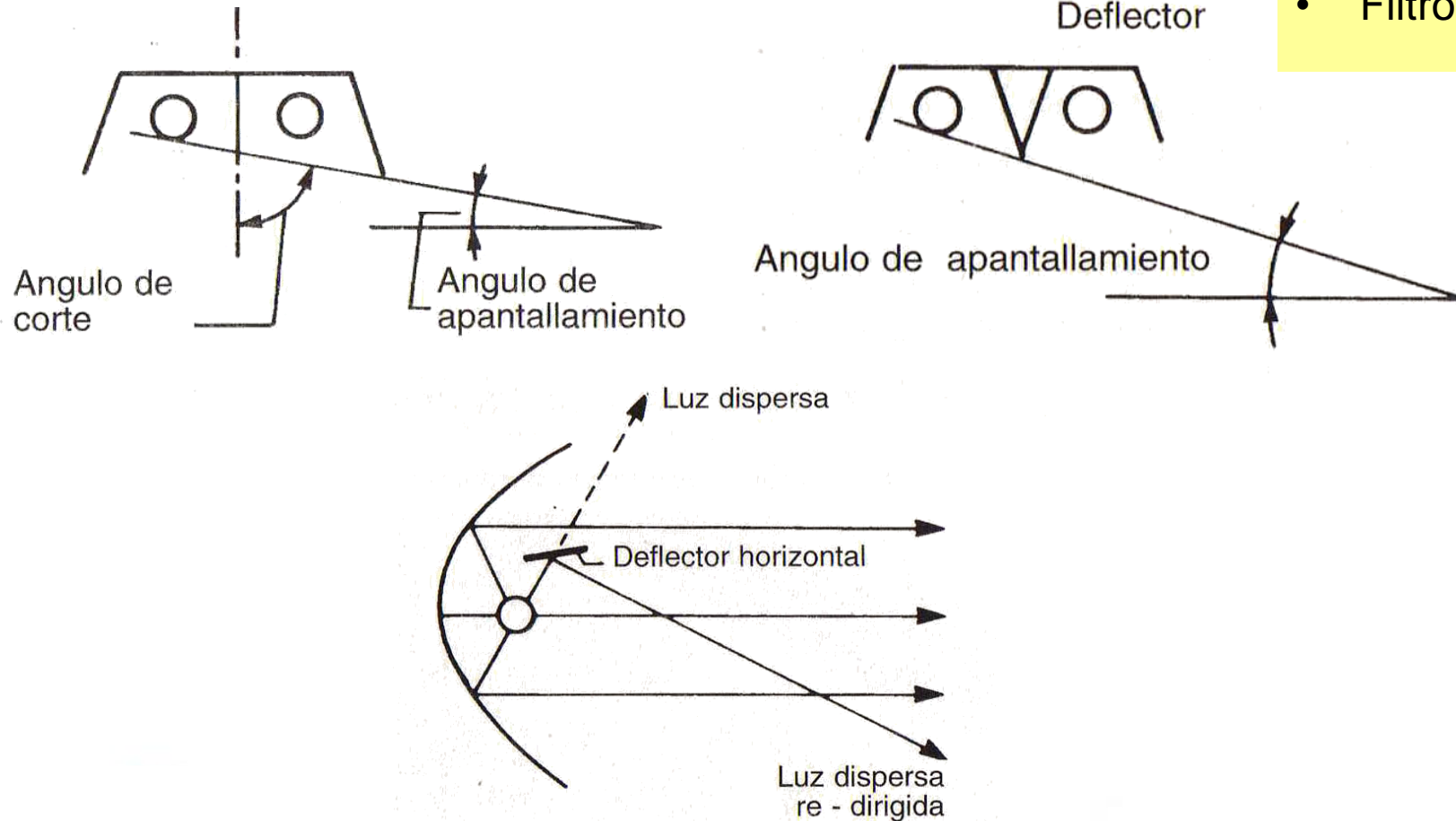


# Elementos que forman una luminaria

## Dispositivos de pantalla

En fluorescentes, suele ser un elemento de apantallado en forma de V, unido a unas rejillas que ocultan la lámpara y redirigen la luz.

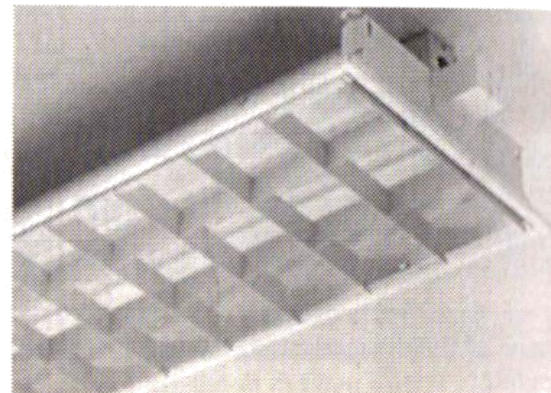
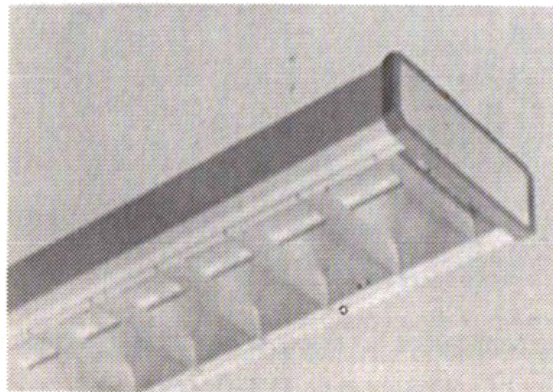
- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- **Dispositivos de pantalla**
- Filtros



# Elementos que forman una luminaria

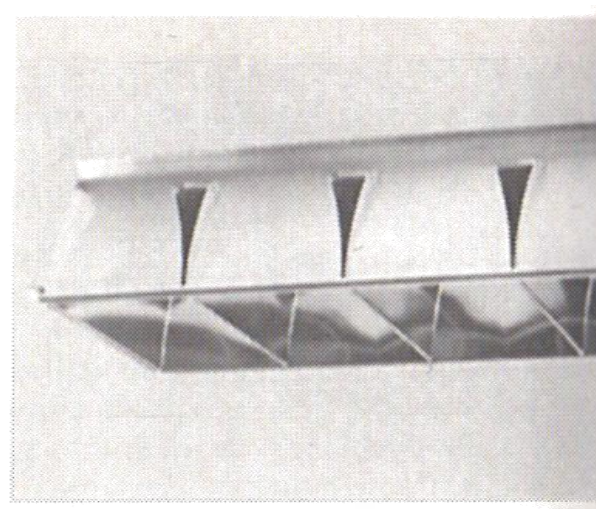
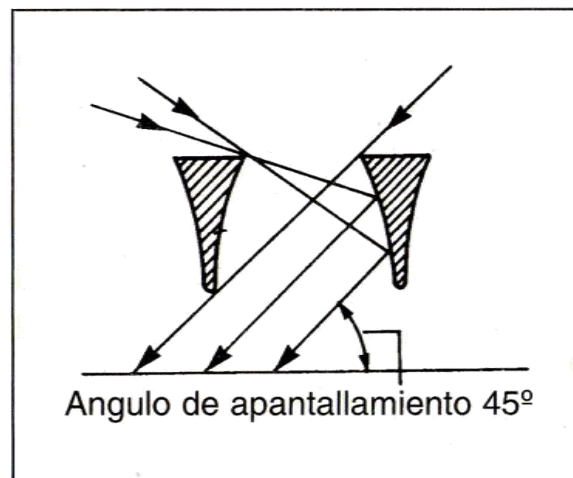
## Dispositivos de pantalla

### Rejillas no focalizadoras



- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- **Dispositivos de pantalla**
- Filtros

### Rejillas focalizadoras



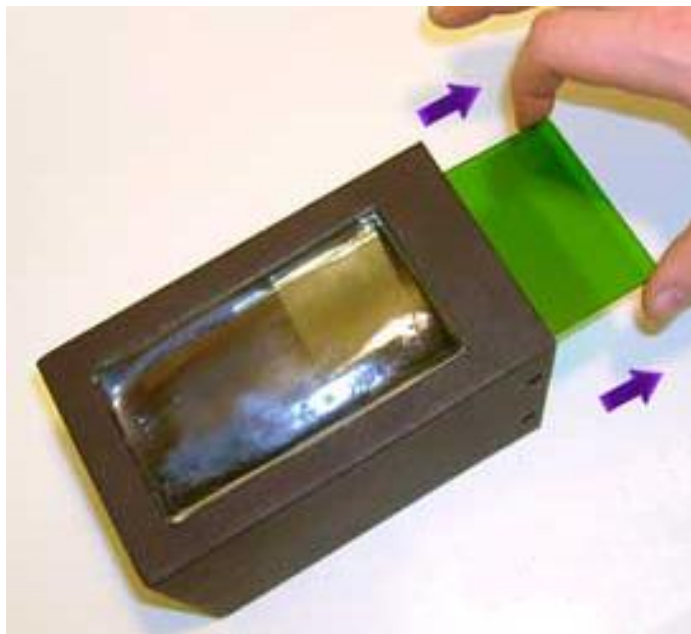
# Elementos que forman una luminaria

## Filtros de color

Plástico o vidrio coloreado con tinturas transparentes. Absorben las longitudes de onda no deseadas, calentándose y reduciendo la cantidad de luz finalmente emitida (a tener en cuenta).

Aplicados históricamente en semáforos y luces para animación (discotecas, escenarios...).

- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- Dispositivos de pantalla
- **Filtros**

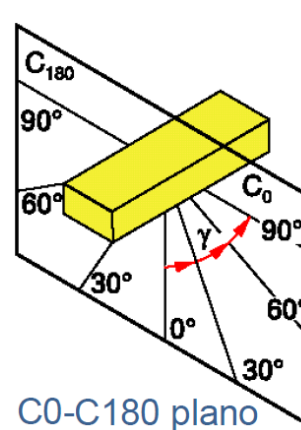
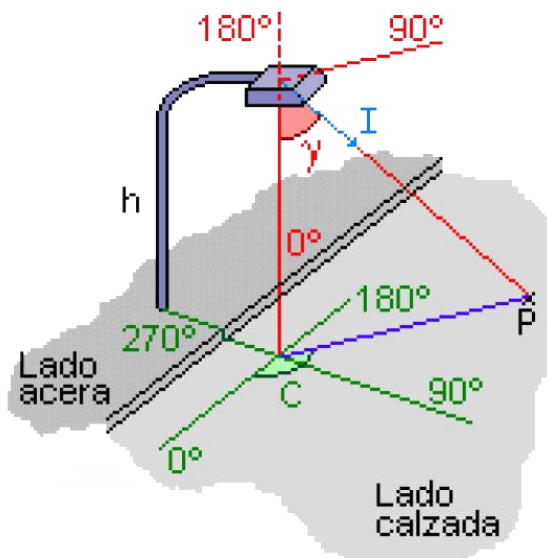
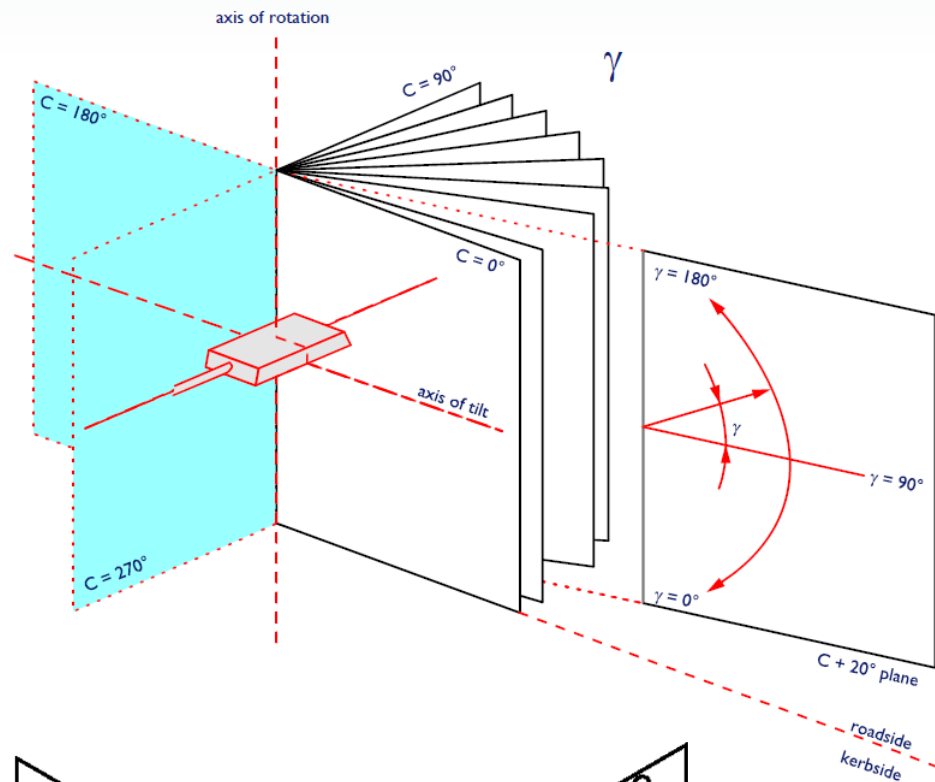


## Sistema de referencia de coordenadas espaciales C- $\gamma$

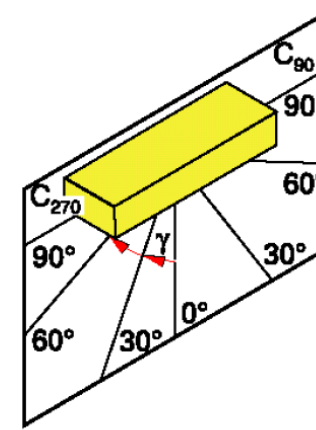
El punto de origen de este sistema de referencia es el centro fotométrico de la luminaria. Y a partir de él, se definen “n” planos verticales “C” que pasan por el centro fotométrico. De ellos, destacan:

- El  $C_0^\circ$  que es paralelo a la acera.
- El  $C_{90^\circ}$  que perpendicular a ella.

Dentro de cada plano,  $\gamma$  es el ángulo del rayo luminoso con la vertical.

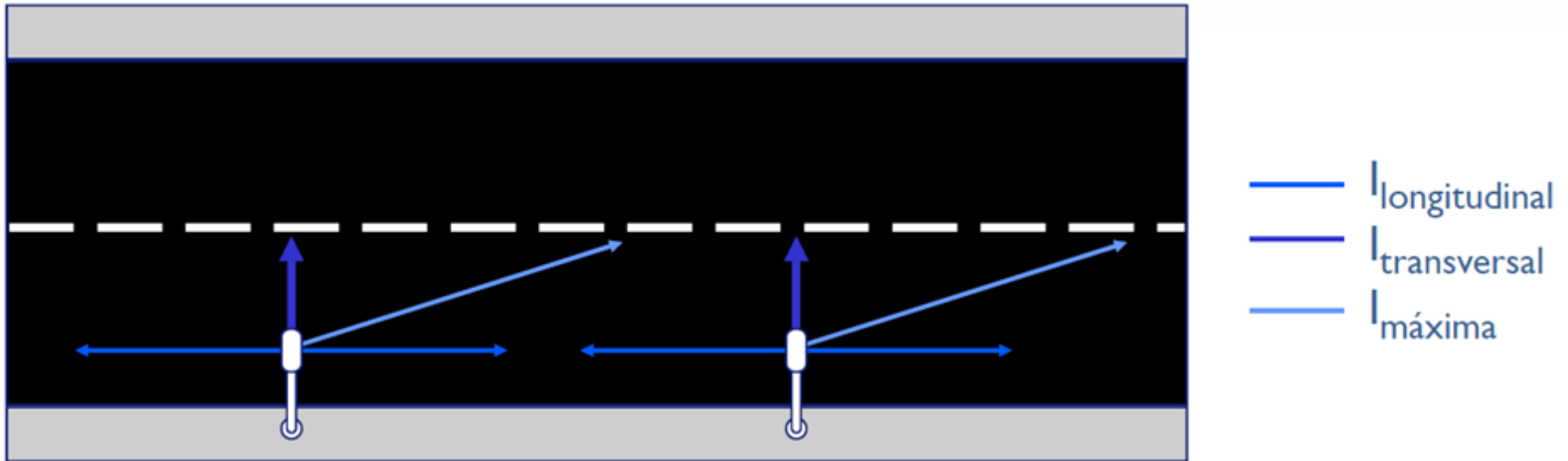


C0-C180 plano



C90 - C270 plano

## Sistema de referencia de coordenadas espaciales C- $\gamma$

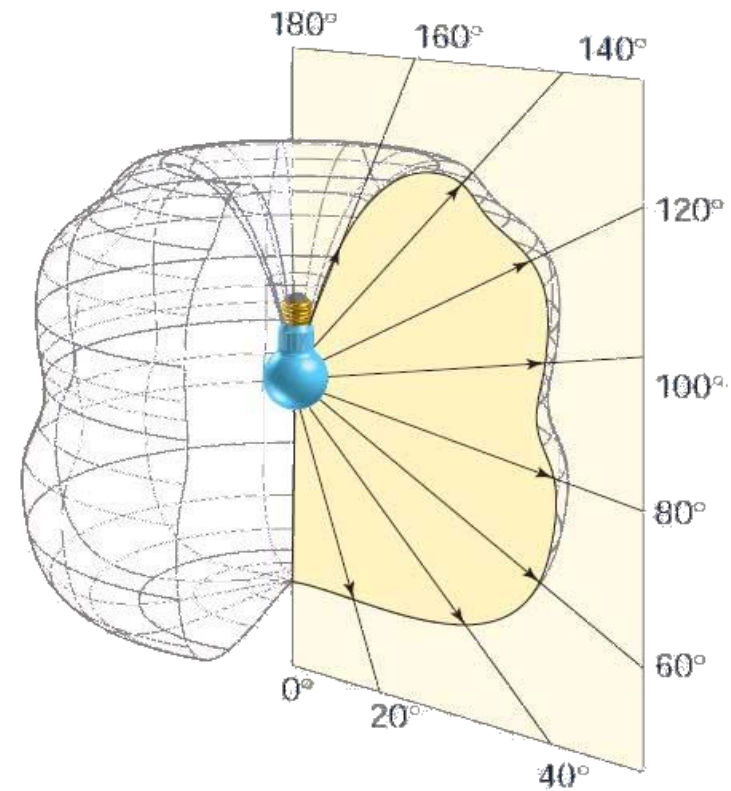
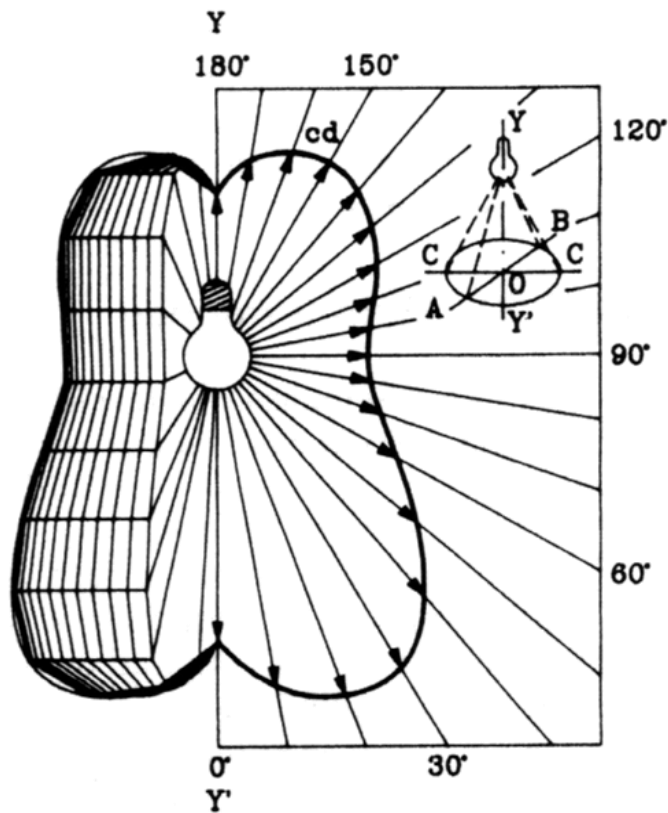


A partir de este sistema de referencia se definen las siguientes metodologías que permiten caracterizar una luminaria:

- las curvas de distribución de intensidades.
- la matriz de intensidades.
- los diagrama isolux e isocandela.

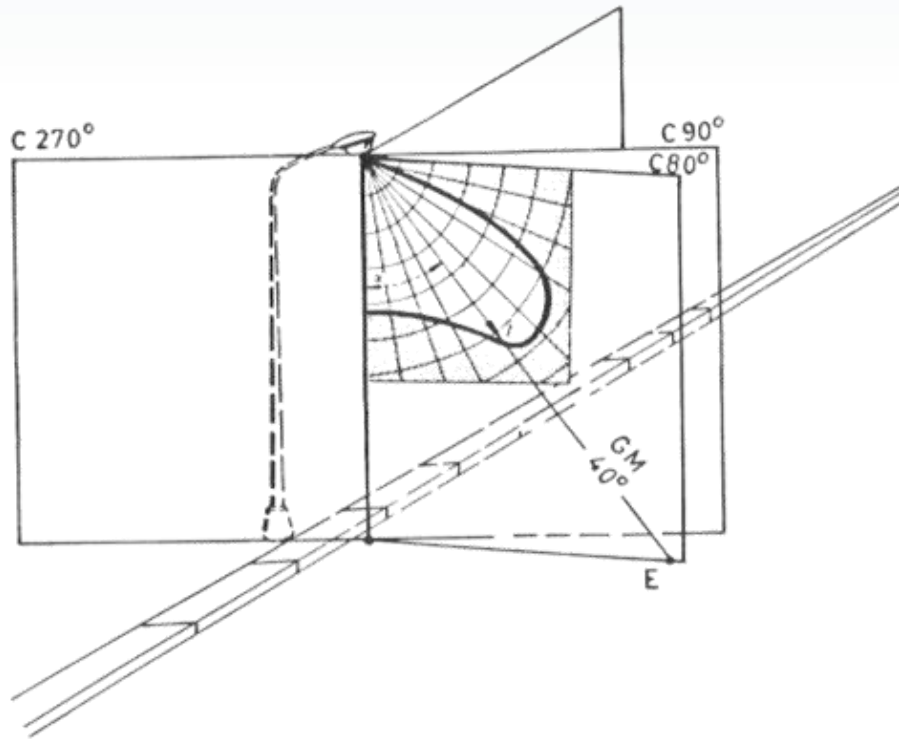
## Curvas de distribución de intensidades

Un sólido fotométrico está formado por los vectores de intensidad luminosa,  $I$ , cuyo origen es la lámpara y tienen una longitud proporcional al valor en candelas de la  $I$  en todos los ángulos posibles alrededor de la lámpara.



El uso directo de un sólido fotométrico es muy poco práctico.

## Curvas de distribución de intensidades



En su lugar, se emplea las denominadas curvas de distribución de intensidades que son las curvas que se obtienen al intersectar el sólido fotométrico con cada uno de los posibles planos verticales C que pasan por el centro fotométrico de la luminaria.

Estas curvas representan como distribuye el flujo luminoso de una lámpara determinada, la luminaria para la que están elaboradas.

Como en una misma luminaria se pueden montar distintos modelos de lámpara, para no dar una curva para cada potencia luminosa de un mismo modelo de lámpara, se da la curva referida a 1000 lúmenes. Para averiguar la intensidad luminosa real a partir de la del gráfico:

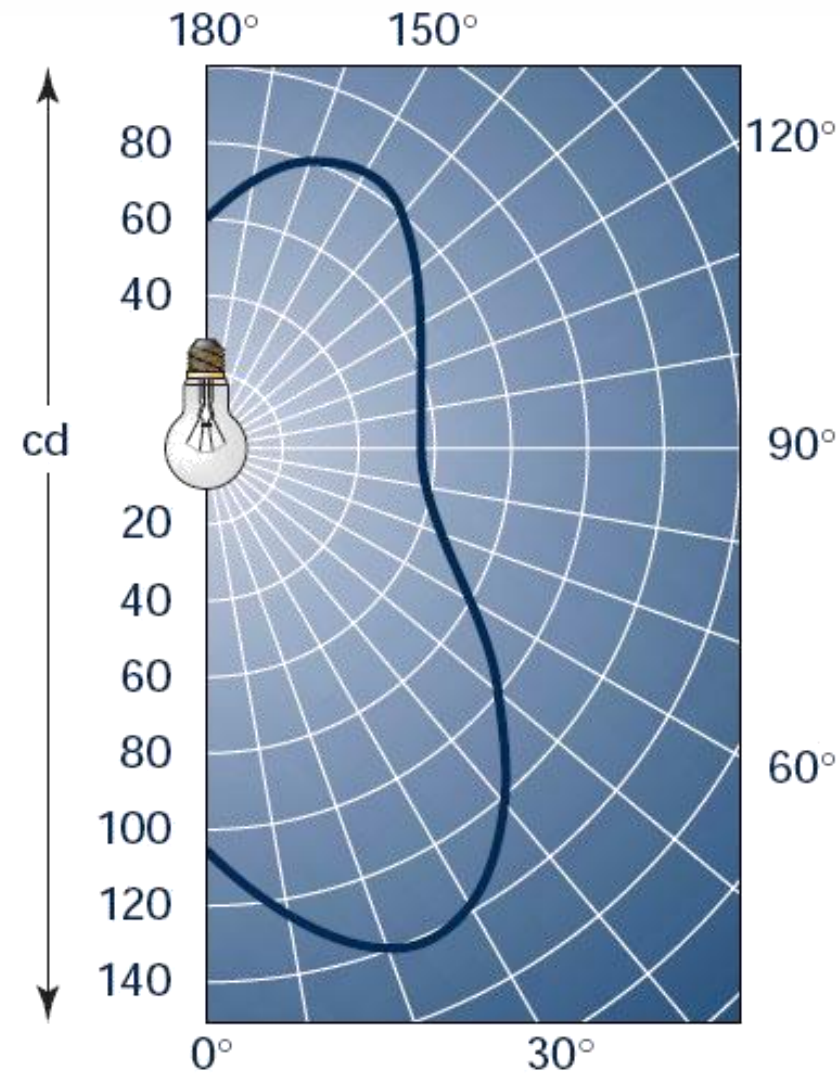
$$I_{\text{real}} = \Phi_{\text{lámpara}} \times I_{\text{gráfico}} / 1000$$

## Curvas de distribución de intensidades

### Solución 1: Curva fotométrica única en C 0°



Sólo es válida cuando el sólido es un volumen de revolución, generado por luminarias simétricas.

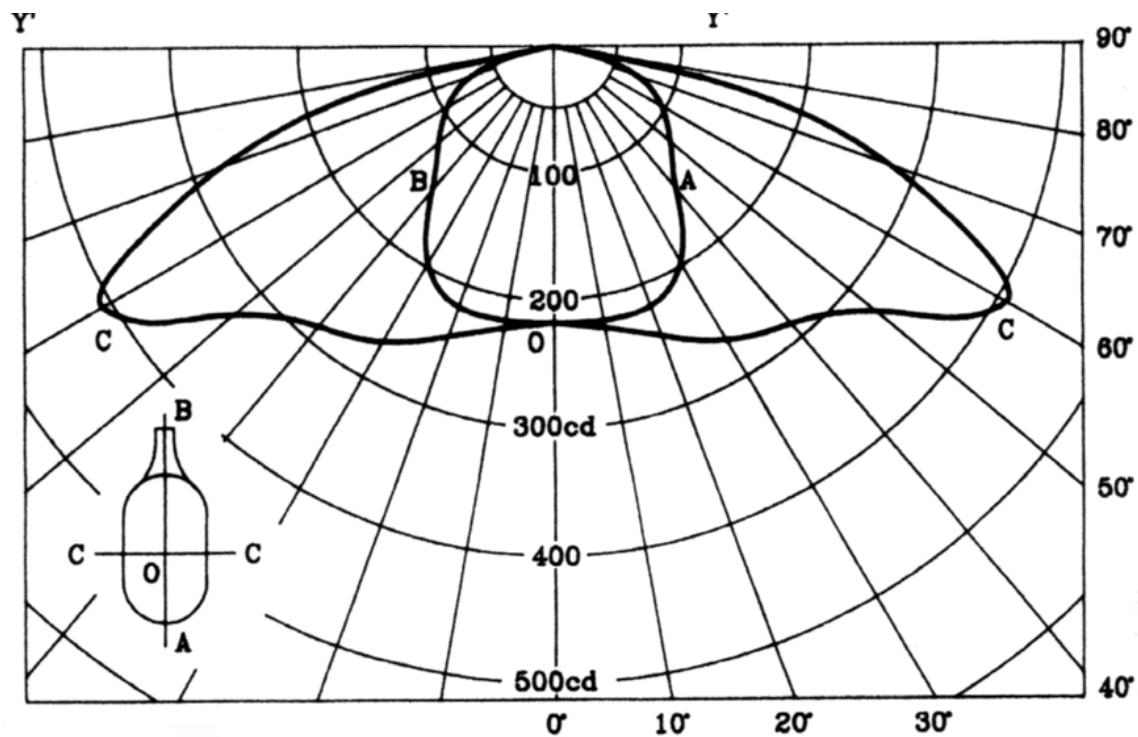




## Curvas de distribución de intensidades

### Solución 2: Curva fotométrica en dos planos (C 0° y C 90°)

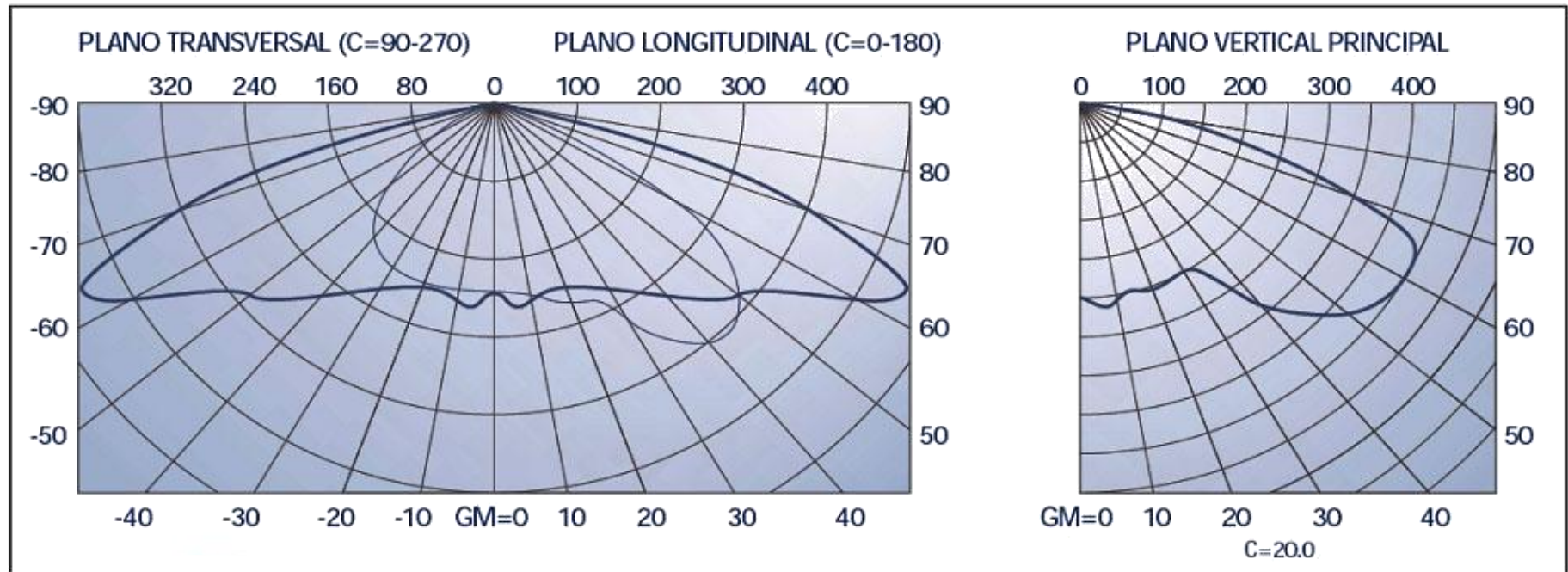
- Es la utilizada normalmente en alumbrado público y plafones de tubos.
- Se representa sobre el mismo gráfico los planos 0-180°, 90-270°.



## Curvas de distribución de intensidades

### Solución 3: Curva fotométrica en tres planos

- Se dan las curvas  $C=0-180^\circ$ ,  $C=90-270^\circ$  y el plano vertical principal.
- Se llama “plano vertical principal” al que contiene el vector de intensidad máxima, es decir, aquel en el que la intensidad lumínica emitida por la luminaria en cualquier ángulo  $\gamma$  alcanza su mayor valor.



## Matriz de intensidades

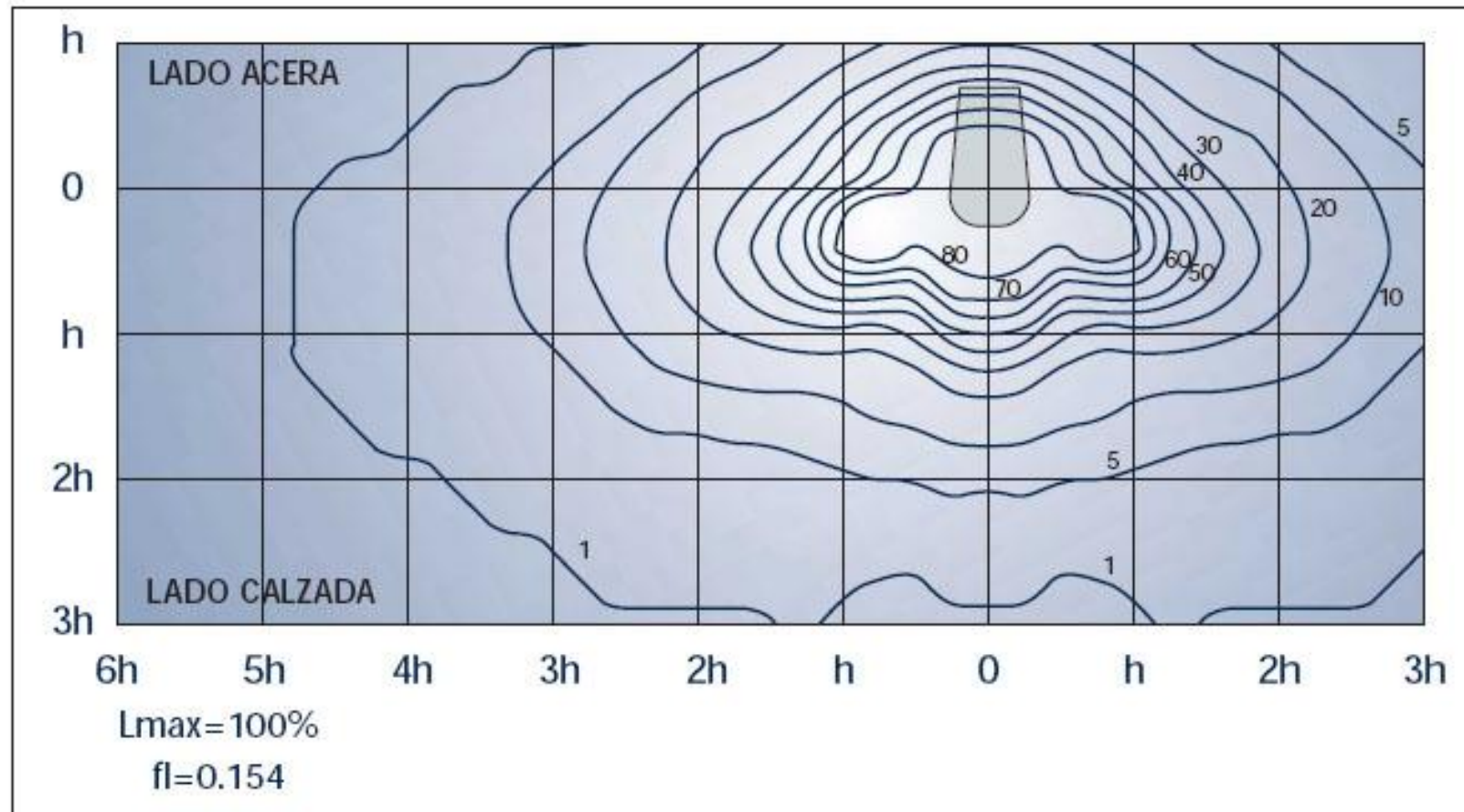
Es el segundo sistema posible de organización de la información lumínica. Consiste en dar los datos de intensidades en forma de matriz en lugar de planos, tal y como se muestra en la tabla adjunta.

Se gana mucha información a nivel de precisión, pero se pierde la capacidad de distinguir el tipo de distribución a simple vista.

		C= plano vertical de medida $\gamma$ = ángulo de elevación $\alpha$ = ángulo de inclinación					M= centro del sistema óptico de la fuente EJE POLAR=proyección vertical que pasa por el centro del sistema óptico de la luminaria							
PLANOS C		Candelas/ 1.000 lúmenes (Cd/klm)												
$\gamma \backslash C$	270°	285°	300°	310°	315°	...	30°	35°	40°	45°	50°	60°	75°	90°
0.0°	184	185	185	184	184	...	184	184	183	184	184	184	184	186
10°	179	180	182	184	185	...	185	186	186	187	186	188	188	188
20°	174	176	176	181	184	...	186	187	187	188	189	189	189	191
30°	166	168	172	179	182	...	187	187	189	190	191	190	191	192
35°	160	164	169	177	183	...	190	191	194	193	193	191	188	189
40°	153	156	163	175	182	...	192	194	197	196	194	190	185	182
...						...								
...						...								
...						...								
72.5°	022	031	042	058	074	...	090	087	081	069	059	047	028	021
75.0°	016	024	034	049	062	...	077	075	069	058	049	039	024	018
77.5°	011	019	027	039	051	...	064	062	058	037	040	031	020	014
80.0°	004	010	015	021	029	...	039	037	035	029	024	019	012	009
82.5°	004	007	011	015	020	...	027	026	026	021	018	014	010	008
85.0°	003	005	008	009	013	...	017	017	017	014	013	011	007	007
87.5°	003	004	004	005	005	...	006	006	006	006	006	006	006	006
90.0°	002	003	003	003	004	...	004	004	004	004	004	004	004	004

## Diagrama Isolux

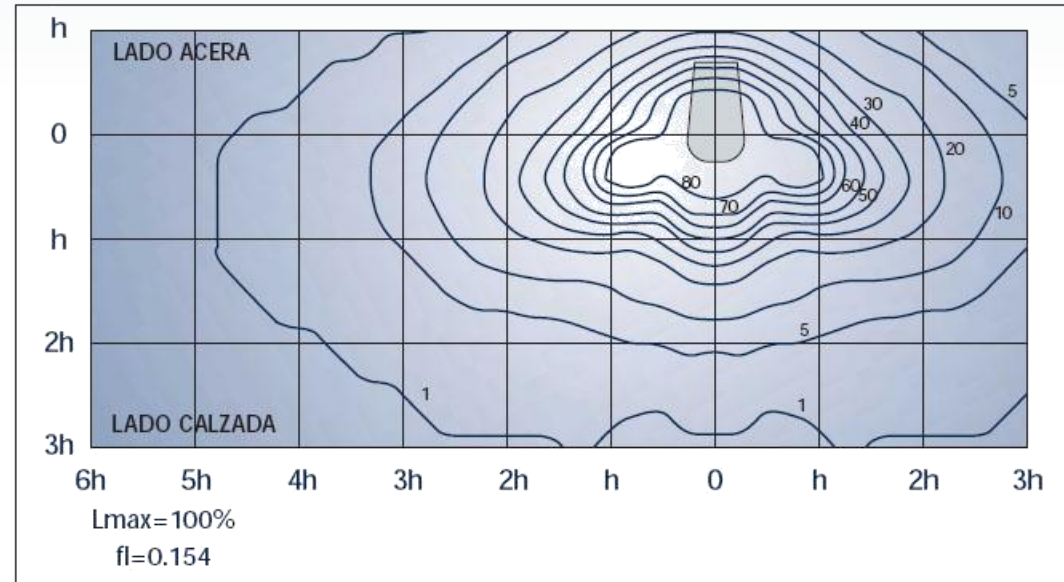
Este tipo de diagrama representa las líneas que rodean una zona con el mismo nivel de iluminancia sobre una superficie dada, normalmente situada debajo de una luminaria, estando esta suspendida a una altura "h".



## Diagrama Isolux

Las iluminancias representadas en estas curvas se pueden obtener a partir de la matriz de intensidades aplicando la siguiente fórmula:

$$E_H = I(C,\gamma) \cdot \cos^3 \gamma / H^2$$



Este tipo de diagrama se utiliza mucho en alumbrado público ya que en ellos se ve directamente cómo ilumina una farola.

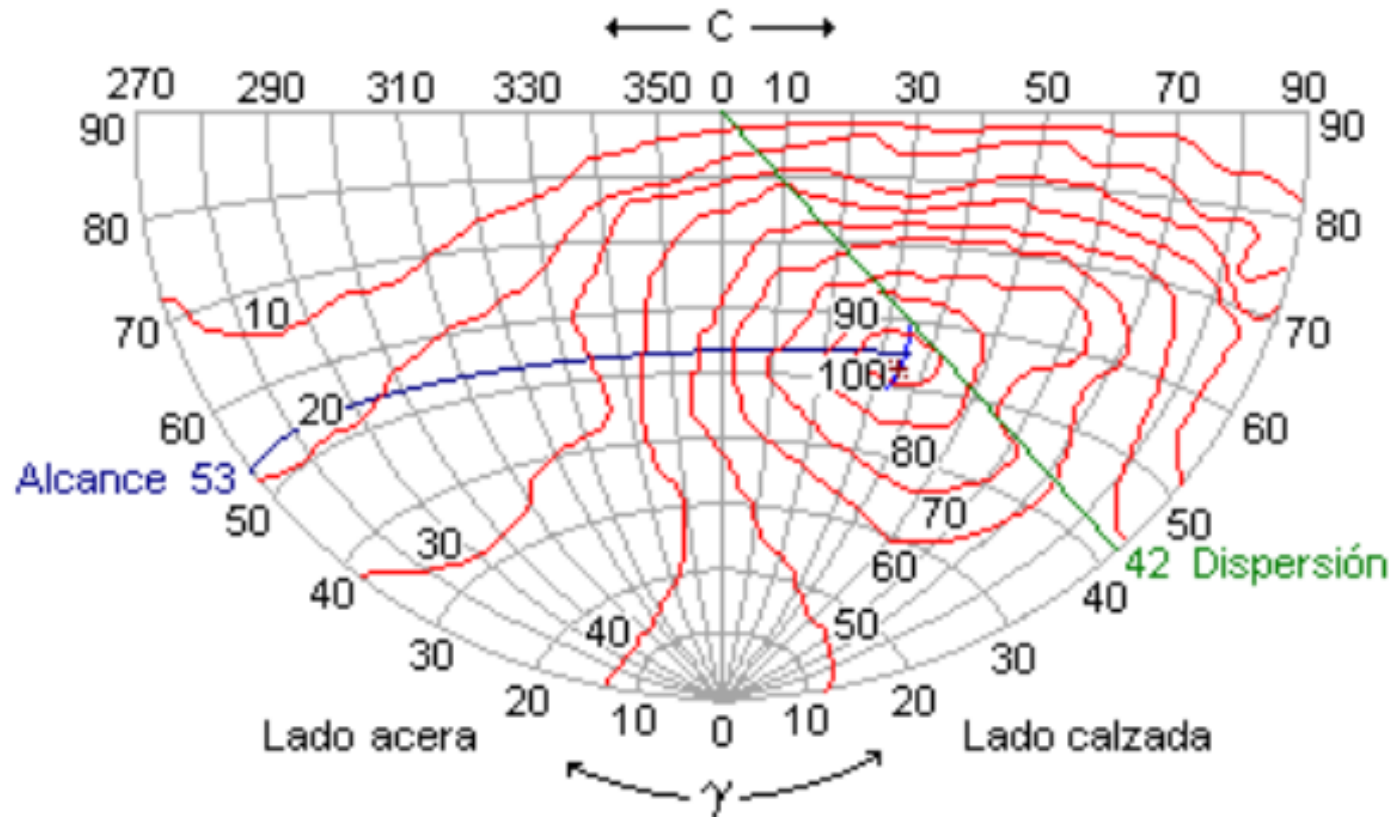
Al igual que las curvas fotométricas, estos también se suelen expresar referidos a 1000 lm para contemplar con un mismo diagrama las distintas potencias de un mismo tipo de lámpara que se pueden instalar en una misma luminaria:

$$E_H = E_{\text{curva}} \cdot \Phi_{\text{real}} / 1000 \cdot (1/H^2)$$

## Diagrama Isocandela

Consiste en un diagrama que representa la proyección en el plano de la superficie exterior de la esfera envolvente a una luminaria que se supone en su centro y sobre la que se unen los puntos de igual intensidad por medio de líneas isocandela.

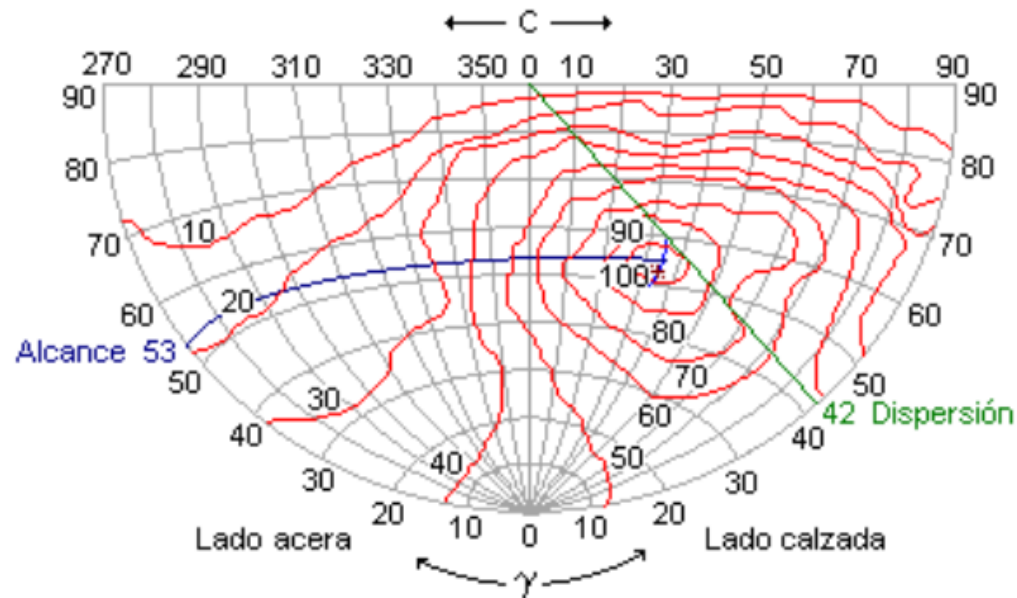
Nótese que estas intensidades se reflejan en tanto por cien de la intensidad máxima.



## Diagrama Isocandela

Para poder interpretar correctamente los diagramas isocandela, hay que comprender que los meridianos del diagrama representan los distintos planos C; mientras que los paralelos representan los ángulos gamma.

Se trata de un sistema de representación muy completo, donde se muestra el alcance y la dispersión de la luminaria, y las superficies representan ángulos sólidos (por lo que permite calcular el flujo en una cierta zona multiplicando su área por la intensidad y teniendo en cuenta la escala), pero que resulta relativamente complicado de interpretar.



# Visita centro tecnológico de estudio de luminarias

Instituto tecnológico de Óptica, Color e Imagen (AIDO)







Energy  
Efficiency Foundation