

# PRIMER SEMINARIO DE ALUMBRADO URBANO SUSTENTABLE Y ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE

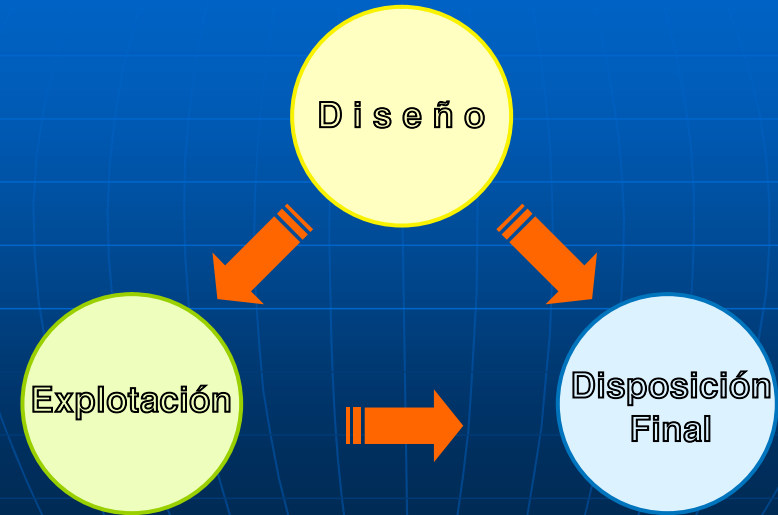


## Introducción a la Iluminación: Conceptos y Unidades

Ing. Mario Raitelli

Departamento de Luminotecnia Luz y Visión (DLLyV)  
Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV)  
Universidad Nacional de Tucumán - CONICET

# SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACION



## SELECCION DE TECNOLOGIA

El desarrollo de la tecnología de iluminación de los últimos 15 años puede contribuir a reducir entre 30% y 60% los costos de los sistemas de iluminación y a mejorar su eficiencia energética.

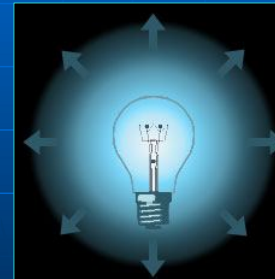


- ❖ Fuentes luminosas y equipos auxiliares
- ❖ Luminarias
- ❖ Sistemas de comando control y/o regulación

La selección del equipamiento se debe hacer sobre la base de la información técnica de los productos

## MAGNITUDES Y UNIDADES FOTOMETRICAS

### Potencia Luminosa



**Flujo luminoso:** Potencia expresada en términos de la sensación de claridad visual que produce la luz emitida.

**Unidad:** lumen

**Símbolo:**  $\Phi$

## VALORES TÍPICOS DE FLUJO LUMINOSO



Lámpara incandescente estándar de 100 W:  
1380 lm

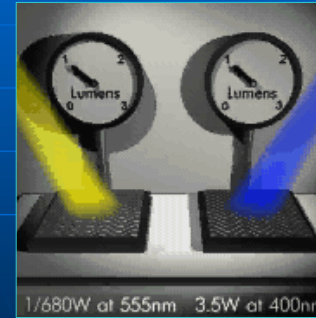


Lámpara fluorescente tubular de 36 W:  
3000 lm



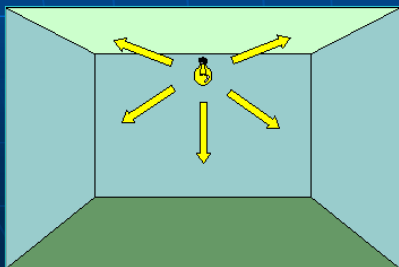
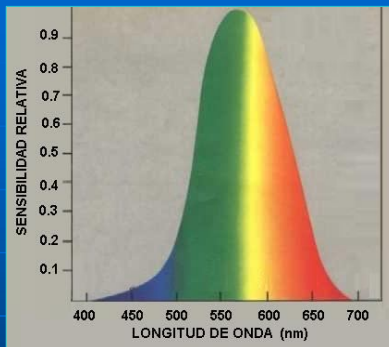
Lámpara de Vapor de sodio de AP de 250 W:  
25000 lm

## CARACTERÍSTICAS ESPECTRALES



| Longitud de onda | Impresión del color |
|------------------|---------------------|
| 780 nm           | Rojo                |
| 630 nm           | Naranja             |
| 600 nm           | Amarillo            |
| 565 nm           | Verde               |
| 500 nm           | Azul                |
| 435 nm           | Violeta             |
| 380 nm           |                     |

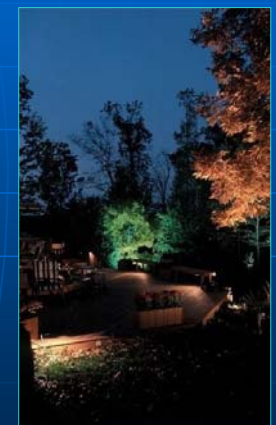
## CURVA ESTÁNDAR DE VISIBILIDAD ESPECTRAL



**Lumen:** Flujo luminoso de una fuente monocromática de  $\lambda = 555 \text{ nm}$  que radia 1.46 mW (1/683 W)

## EFECTO PURKINJE

Al cambiar las condiciones de iluminación se modifica el estado de adaptación del ojo



## EFICACIA LUMINOSA (n)



$$n = \frac{\text{Flujo luminoso emitido}}{\text{Potencia consumida}} = \frac{\Phi}{P} = [\text{lm/W}]$$

## VALORES TÍPICOS DE EFICACIA LUMINOSA



Incandescente estándar  
15 - 20 lm/w



Vapor de Mercurio alta presión  
40 - 70 lm/w



Fluorescentes  
50 - 90 lm/w



Vapor de Sodio alta presión  
70 - 140 lm/w

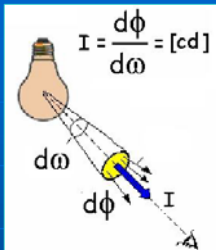


Mercurio halogenado  
75 - 95 lm/w



Luz natural  
100 - 140 lm/w

## INTENSIDAD LUMINOSA



Intensidad Luminosa (en una dirección): Flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido

Unidad: Candela

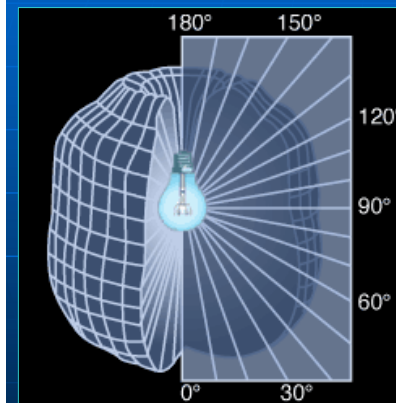
Símbolo: I

Valores típicos

| Llama   | Lamp. Inc. 100 W  | Radiación solar  |
|---|---|--|
|  |  |  |
| 1 cd  | 110 cd  | $3 \times 10^{27}$ cd  |

La Intensidad Luminosa es la magnitud fundamental en Fotometría

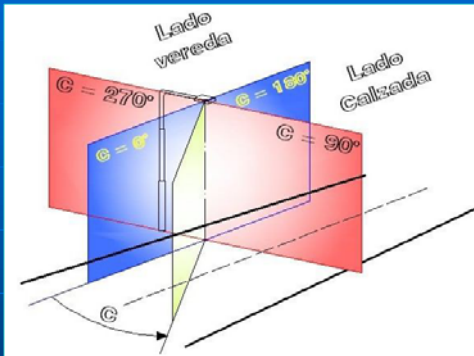
## DISTRIBUCION ESPACIAL DE INTENSIDADES LUMINOSAS (DIL)



Los valores de intensidad luminosa se representan como rayos que parten del **centro fotométrico** de la fuente.

Sí se unen los extremos de los rayos se genera un sólido llamado el **cuerpo fotométrico**.

## REPRESENTACION DE LA DIL



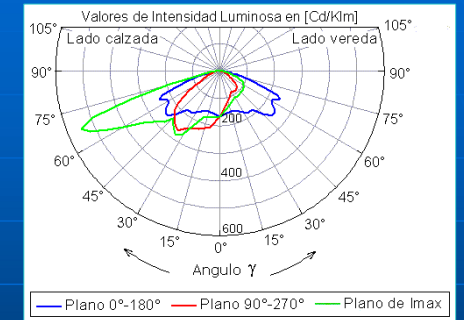
En la practica se representan planos característicos de las luminarias

### Sistema de semiplanos C - $\gamma$

C : Angulos acimutales (horizontales):  $0^\circ < C < 360^\circ$

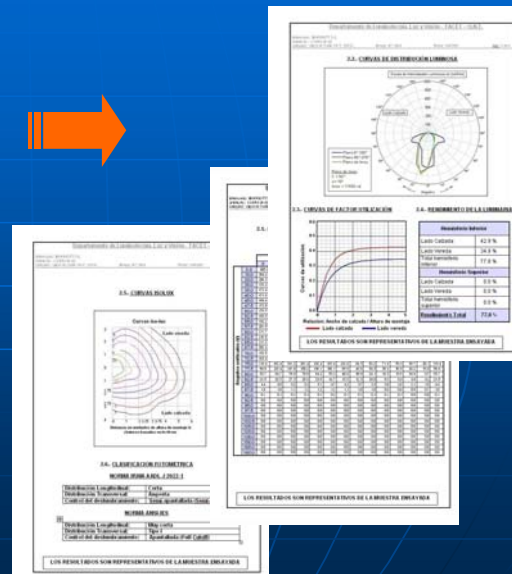
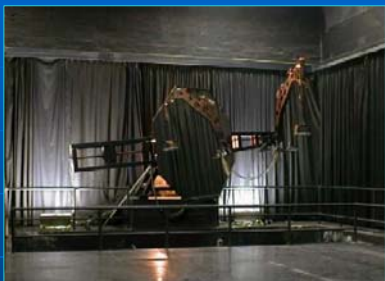
$\gamma$  : Angulos verticales:  $0^\circ < \gamma < 180^\circ$

## REPRESENTACION DE LA DIL



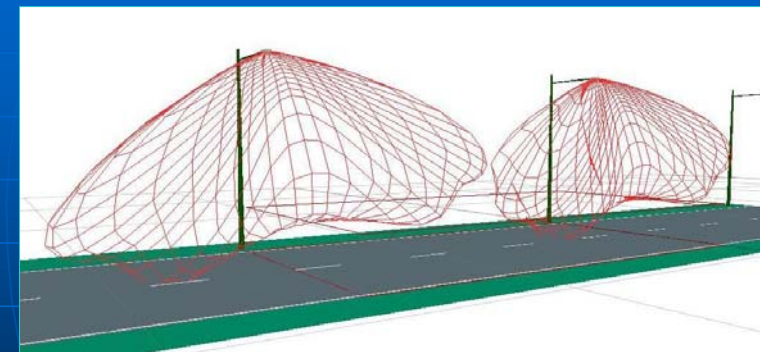
Fotometria de una luminaria de alumbrado vial con vidrio refractor de borosilicato, para lampara de sodio alta presion de 250 W.

## MEDICION DE LA DIL



Goniofotometro a espejo del DILyV - ILAV

## DISTRIBUCION ESPACIAL DE INTENSIDADES LUMINOSAS (DIL)



La forma del cuerpo fotométrico indica como una luminaria distribuye el flujo en el espacio

# EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION

## Etapa de diseño



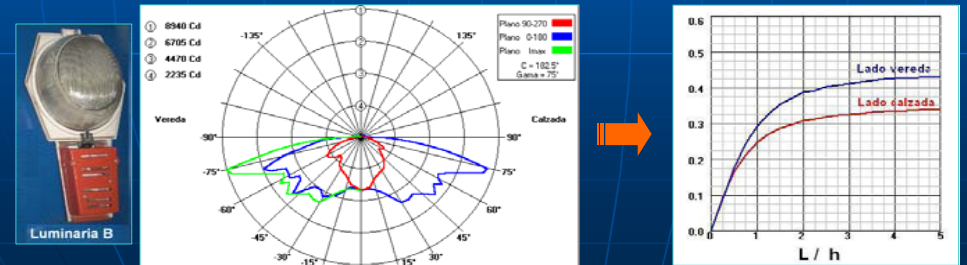
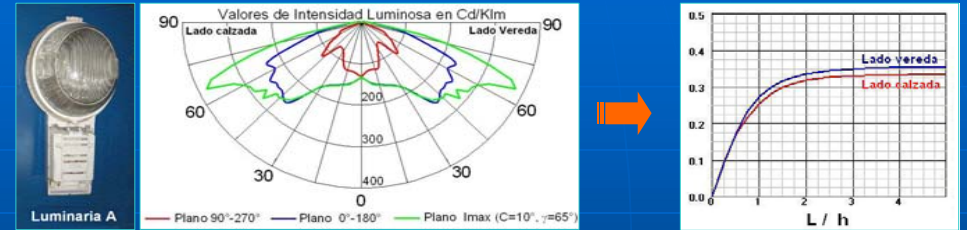
- ❖ Selección de luminarias
- ❖ Analisis de alternativas
- ❖ Calculos luminotécnicos

## Etapa de explotación

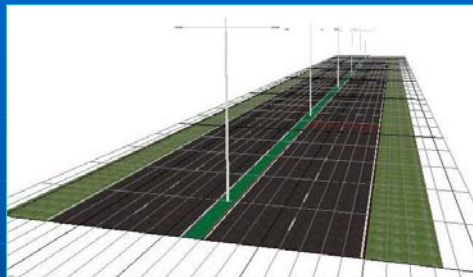


- ❖ Evaluacion de la Calidad de componentes
- ❖ Estimacion de la depreciación de instalaciones
- ❖ Evaluacion de la calidad del mantenimiento

# SELECCION DE LUMINARIAS



# SELECCION DE LUMINARIAS



- Instalacion: doble calzada c/2 carriles por via
- Geometria: central con doble fila de luminarias
- Altura de montaje de luminarias: 10.50 m
- Longitud de pescante: 2 m
- Distancia entre columnas: 28 m.
- Clasificacion segun IRAM-AADL j20-22: Tipo D

Con luminaria A



Con luminaria B



|                   | Luminaria A | Luminaria B | Valores segun IRAM-AADL j20-22 |
|-------------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| $E_{med}$         | 22.2 lux    | 27.8 lux    | 27.0 lux                       |
| $E_{min}/E_{med}$ | 0.44        | 0.45        | 0.333                          |
| $E_{min}/E_{max}$ | 0.24        | 0.23        | 0.167                          |

Para la misma geometria, la luminaria A no cumple con el valor de iluminancia media establecido por norma

## Proyecto: Iluminación Av. Alsina - Santiago del Estero



| Parametros              | Valores proyectados | Valores medidos | Valores según norma |
|-------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Iluminancia media       | 28 lux              | 34.6 lux        | 16 lux              |
| $g_1 = E_{min}/E_{med}$ | 0.29                | 0.35            | 0.25                |
| $g_2 = E_{min}/E_{max}$ | 0.14                | 0.07            | 0.125               |



Resultado



Simulación de la iluminación proyectada

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION

### Analisis de alternativas

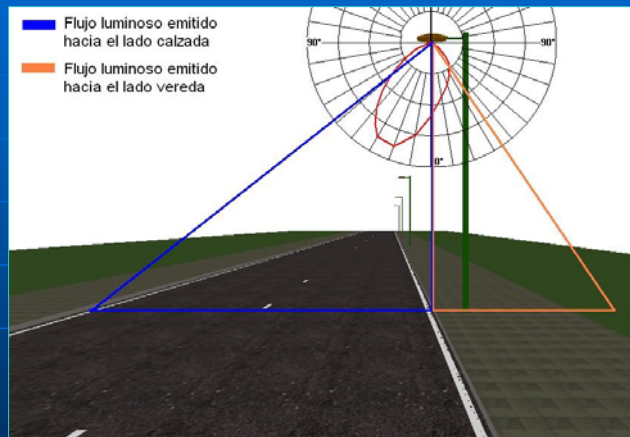


Geometría : Central con doble fila de luminarias e inclinación de pescante =  $0^\circ$



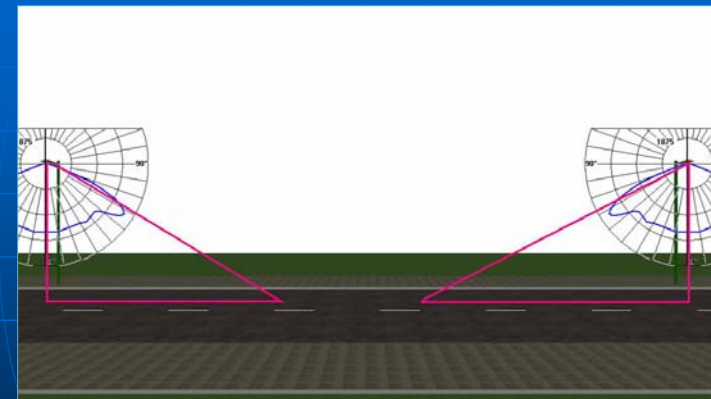
Geometría : Bilateral enfrentada con inclinación de pescante =  $7.5^\circ$

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION



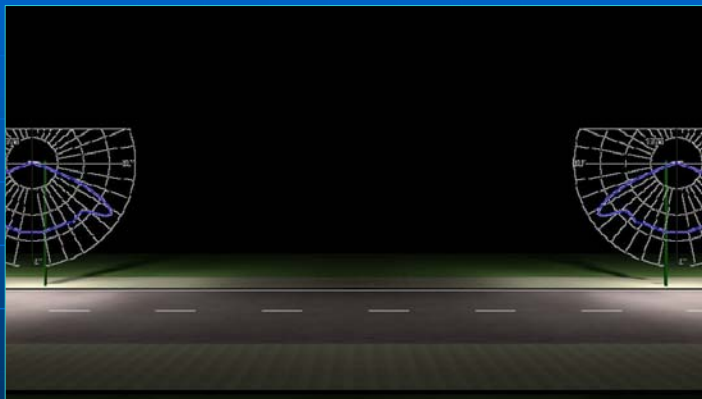
El analisis de la DIL en el plano  $90^\circ$ - $270^\circ$  permite evaluar la iluminacion a lo ancho de la calzada

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION



El analisis de la DIL en el plano  $0^\circ$ - $180^\circ$  permite determinar la distancia optima entre columnas

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION



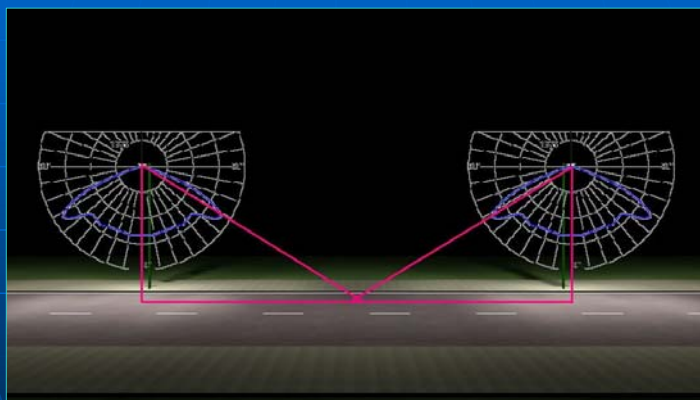
El excesivo distanciamiento entre columnas resulta en una baja uniformidad del alumbrado sobre la calzada !!!

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION



La baja uniformidad del alumbrado sobre la calzada produce zonas claras y oscuras (efecto cebra)

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION



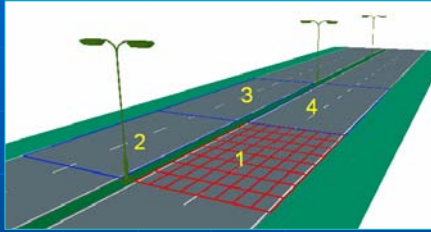
Para mejorar la uniformidad se debe reducir el distanciamiento entre columnas

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA LA PLANIFICACION DE ILUMINACION



COMPARACION DE LAS DOS SITUACIONES

## EMPLEO DE LA FOTOMETRIA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL MANTENIMIENTO



$$\text{Factor de Ganancia} = \frac{\text{Iluminancia media después de la operación}}{\text{Iluminancia media antes de la operación}}$$

Instalación: Av. Belgrano - Santiago del Estero  
(Clase C,  $E_{\text{mod}} = 40 \text{ lux}$ , según IRAM-AADL j20-22)

Operación: Limpieza de luminarias y  
reemplazo de lámparas



$$\text{Factor de Ganancia} = \frac{32.8 \text{ lux}}{4 \text{ lux}} = 8.2$$

## OTROS PARAMETROS



• GRADO DE PROTECCION IP



• RESISTENCIA AL IMPACTO

• SEGURIDAD ELECTRICA