



# Polución Lumínica: un problema mundial con soluciones locales

Beatriz Garcia  
CONICET- UTN FRM  
Observatorio Pierre Auger

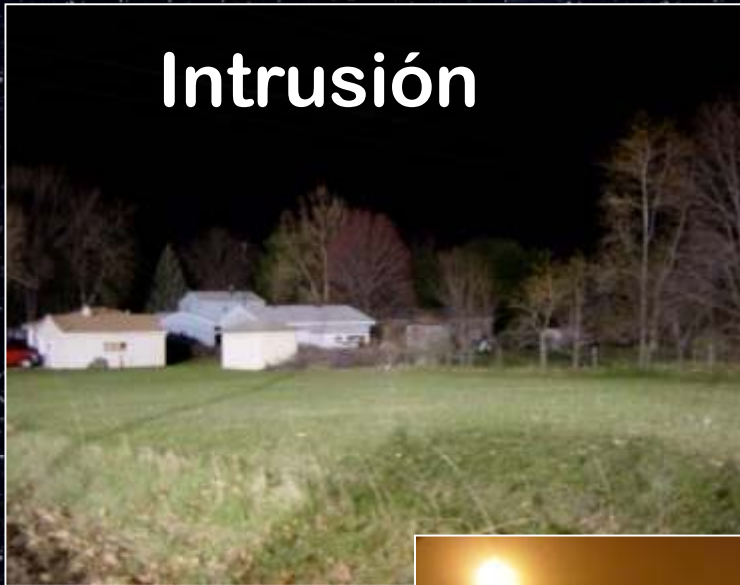
Quilmes, Octubre 2009





# 3 Formas principales de polucion luminica

**Intrusión**



**Deslumbramiento**



**Resplandor**







Deslumbramiento

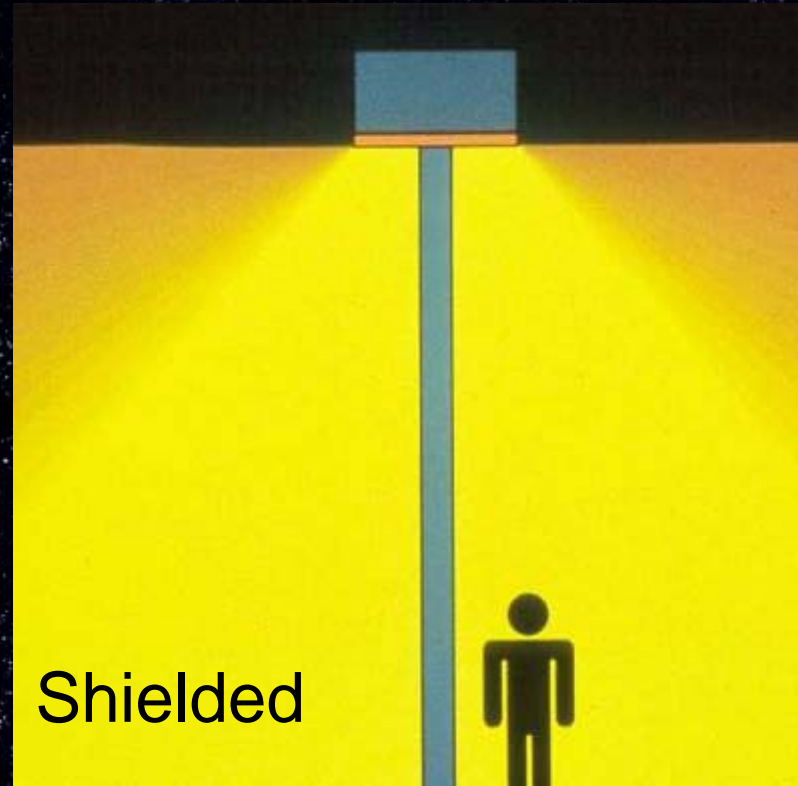
|                  |               |
|------------------|---------------|
| Control Limitado | $SLI < 2$     |
| Control medio    | $2 < SLI < 4$ |
| Control Intenso  | $SLI > 4$     |



# Luces sin blindaje y con él



Unshielded



Shielded

- Minimiza el **deslumbramiento**.
- Minimiza la luz dirigida hacia arriba y el **resplandor** del cielo
- Minimiza la **intrusión**
- Minimiza el uso de la energía y su costo





# Los efectos sobre la vida salvaje



Uno de los mayores problemas causados por la contaminación lumínica en el mundo salvaje es la desorientación (tortugas marinas, pájaros, polillas, etc.)





# Los efectos en la salud humana



Uno de los principales problemas causados por la polución lumínica en los humanos es la disrupción del reloj interno de las personas de 24 horas (ritmo circadiano)<sup>6</sup>





# Uso de iluminación de calidad



- Ver el efecto, no la fuente.
- Alumbrar hacia abajo.
- No encandilar.
- Iluminar solo donde necesitamos.
- No usar luz en exceso.
- Usar fuentes de energía eficientes.

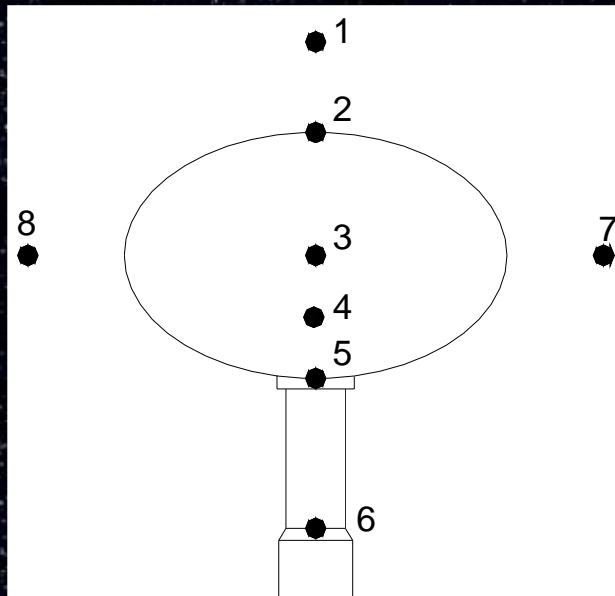




# PROTOCOLO DE MONITOREO DE POLUCIÓN LUMÍNICA EN PLAZAS DE LA CIUDAD DE MALARGUE:

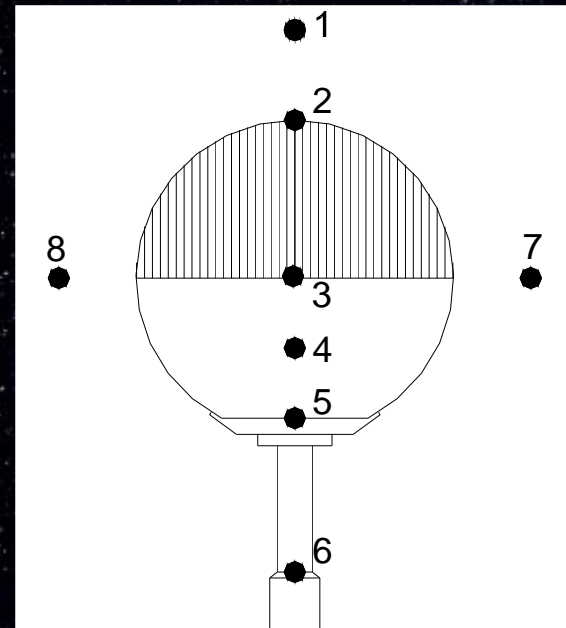
## RELEVAMIENTO FOTOMÉTRICO

- Medición de reflectancias superficiales (diurna):
  - Superficies más representativas (m<sup>2</sup>).
- Medición de luminancias de luminarias (nocturna):
  - Luminancia en siete puntos por cada tipo de luminaria.



Plaza San Martín

(Luminarias tradicionales)



Plaza Sarmiento

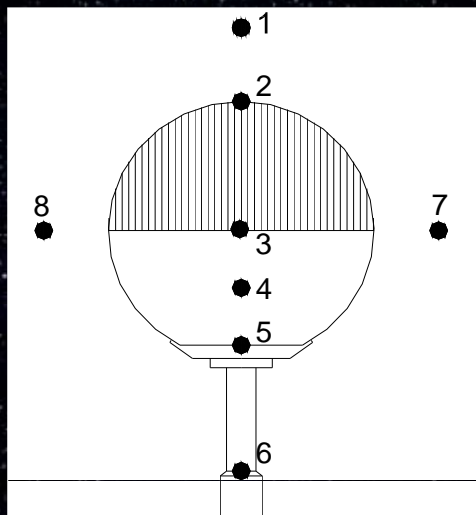
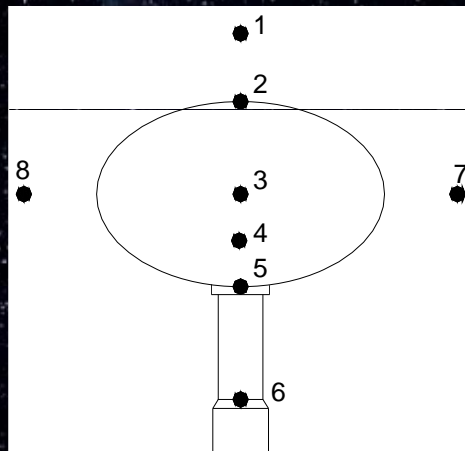
(Luminarias antipolución)





# PRIMEROS RESULTADOS Y CONCLUSIONES:

Mediciones de luminancia (cd/m<sup>2</sup>):



| Puntos   | San Martín<br>(Luminarias tradicionales) | Sarmiento<br>(Luminarias antipolución) |
|----------|--|--|
| <b>1</b> | <b>142</b>                               | <b>1.72</b>                            |
| <b>2</b> | <b>3992</b>                              | <b>23.52</b>                           |
| 3        | 4747                                     | 3739                                   |
| 4        | 4813                                     | 7421                                   |
| 5        | 3328                                     | 1375                                   |
| 6        | 5.16                                     | 2.36                                   |
| 7        | 1  | 0.73                                   |
| 8        | 2.04                                     | 2.24                                   |

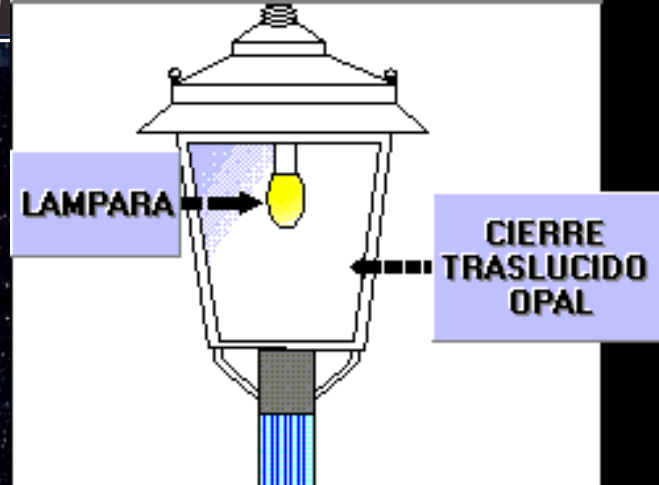
Tabla I. Valores de luminancia. Según el tipo de luminaria considerada .





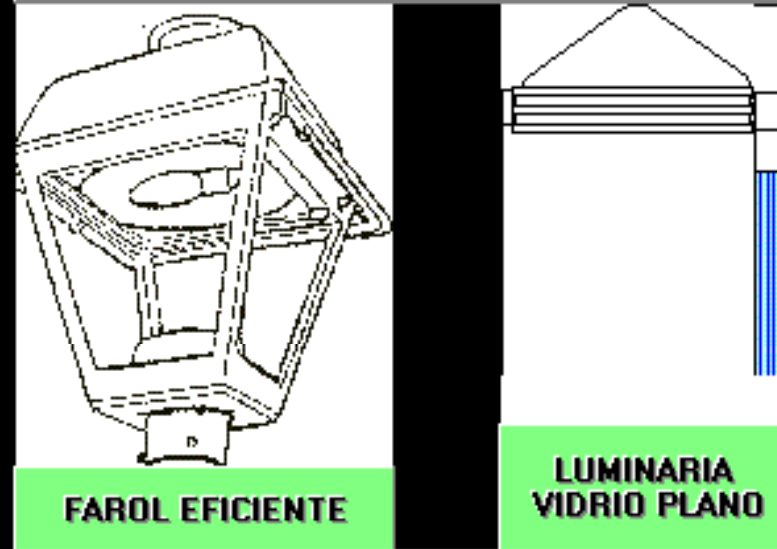


## ANTES



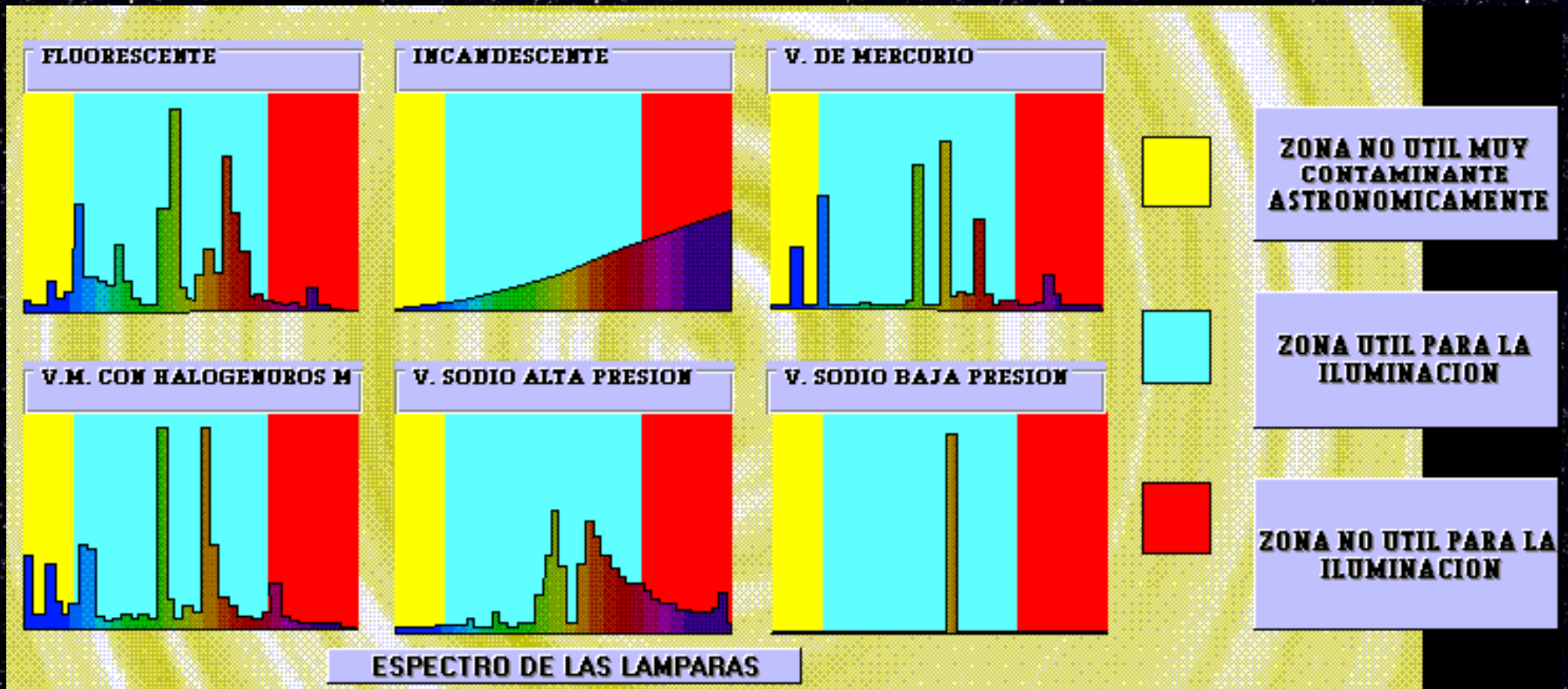
|                                 |
|---------------------------------|
| <b>FAROL NORMAL INEFICIENTE</b> |
| <b>LAMPARA: V.S.A.P 100 W</b>   |
| <b>FLUJO: 8550 LUMENES</b>      |
| <b>EFICACIA: 50%</b>            |
| <b>FLUJO ARRIBA: 35%</b>        |
| <b>FLUJO ABAJO: 65%</b>         |
| <b>UNIDADES: 198</b>            |

## ADAPTADO



|                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| <b>FAROL EFICIENTE</b>         | <b>LUMINARIA VIDRIO PLANO</b> |
| <b>LAMPARA: V.S.B.P.: 35 W</b> |                               |
| <b>FLUJO: 4800 LUMENES</b>     |                               |
| <b>EFICACIA: 50%</b>           | <b>EFICACIA: 67%</b>          |
| <b>FLUJO ARRIBA: 0.1%</b>      | <b>FLUJO ARRIBA: 0%</b>       |
| <b>FLUJO ABAJO 99.9 %</b>      | <b>FLUJO ABAJO 100%</b>       |
| <b>UNIDADES: 130</b>           | <b>UNIDADES: 68</b>           |

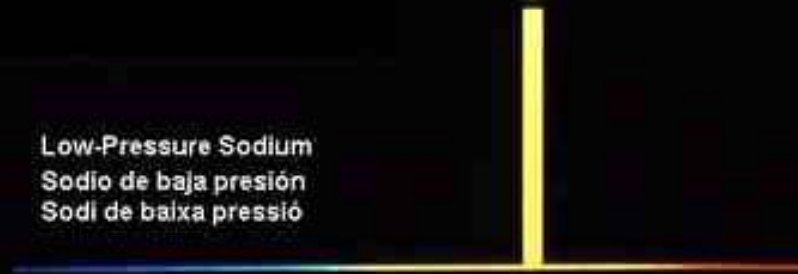








Low-Pressure Sodium  
Sodio de baja presión  
Sodi de baixa pressió



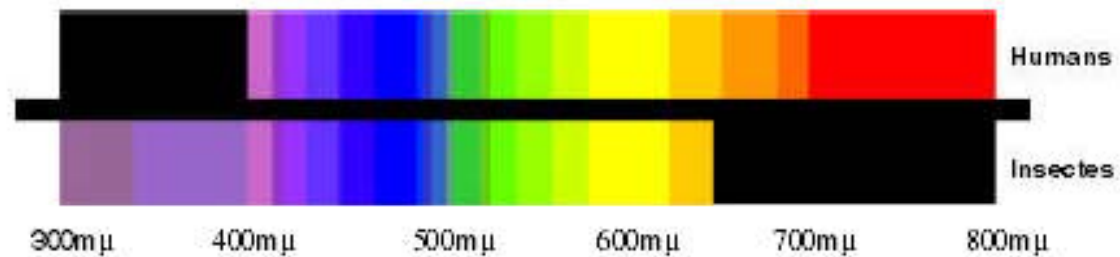
High-Pressure Sodium  
Sodio de alta presión  
Sodi d'alta pressió



Mercury Vapor  
Vapor de mercurio  
Vapor de mercuri



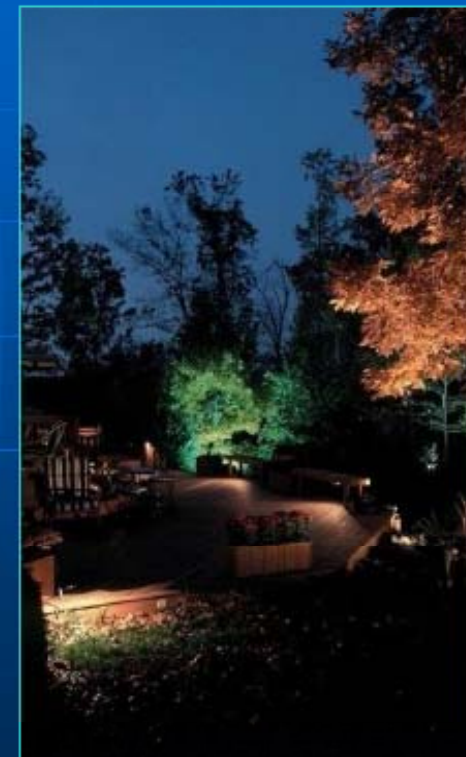
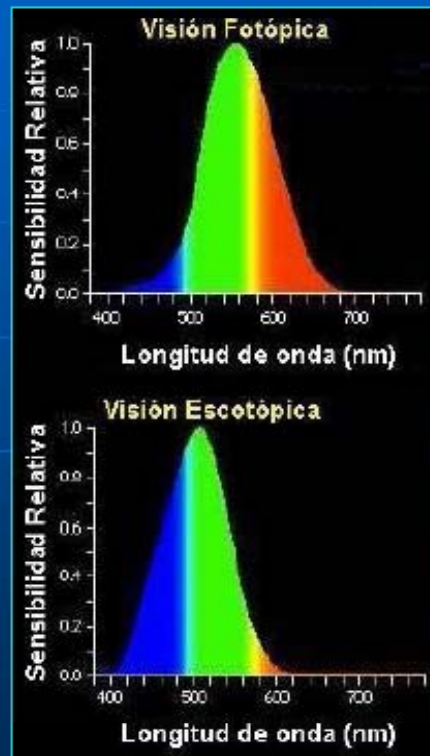
Diagrama de l'espectre visible



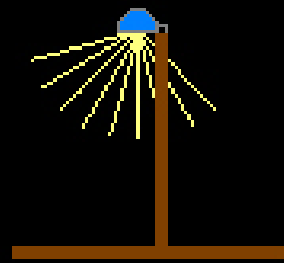
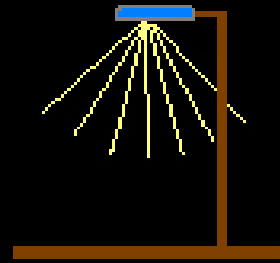


# EFECTO PURKINJE

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







Tipo de lámpara

Lumens por vatio

Incandescente

20

Vapor de mercurio

60

Haluros metálicos

80

Fluorescente

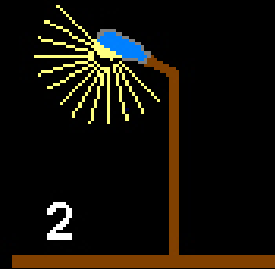
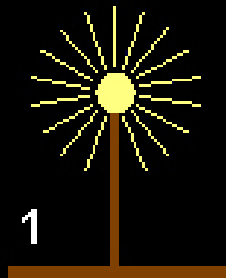
100

Sodio de alta presión

140

Sodio de baja presión

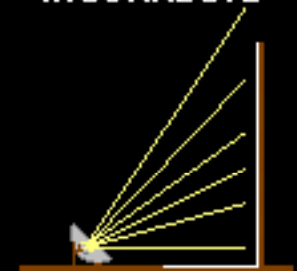
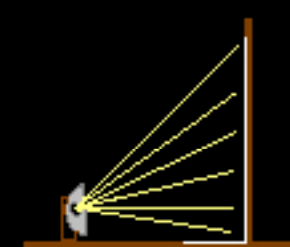
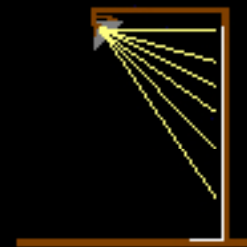
200



CORRECTE

ACCEPTABLE

INCORRECTE

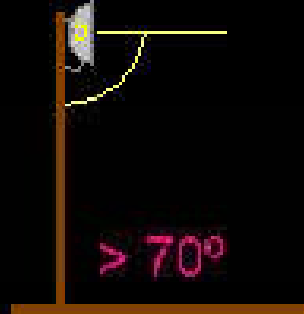


CORRECTE

INCORRECTE

ACCEPTABLE

Persiana



CORRECTE

ACCEPTABLE

INCORRECTE





## 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



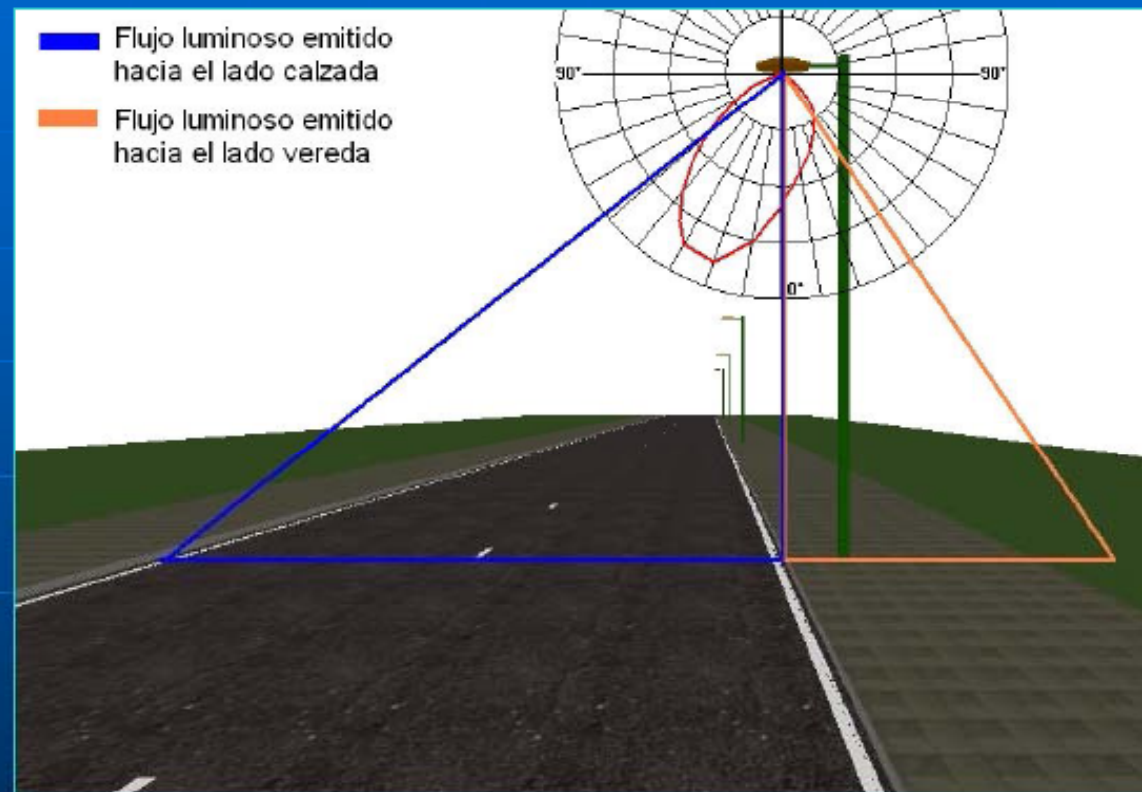
Mercurio  
halogenado  
75 - 95 lm/w



Luz natural  
100 - 140 lm/w



## 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





**Secretaría de Ambiente, Obras y Servicios Públicos  
Municipalidad de Malargüe**

**Luminarias tipo "Cut-off" en La Junta**







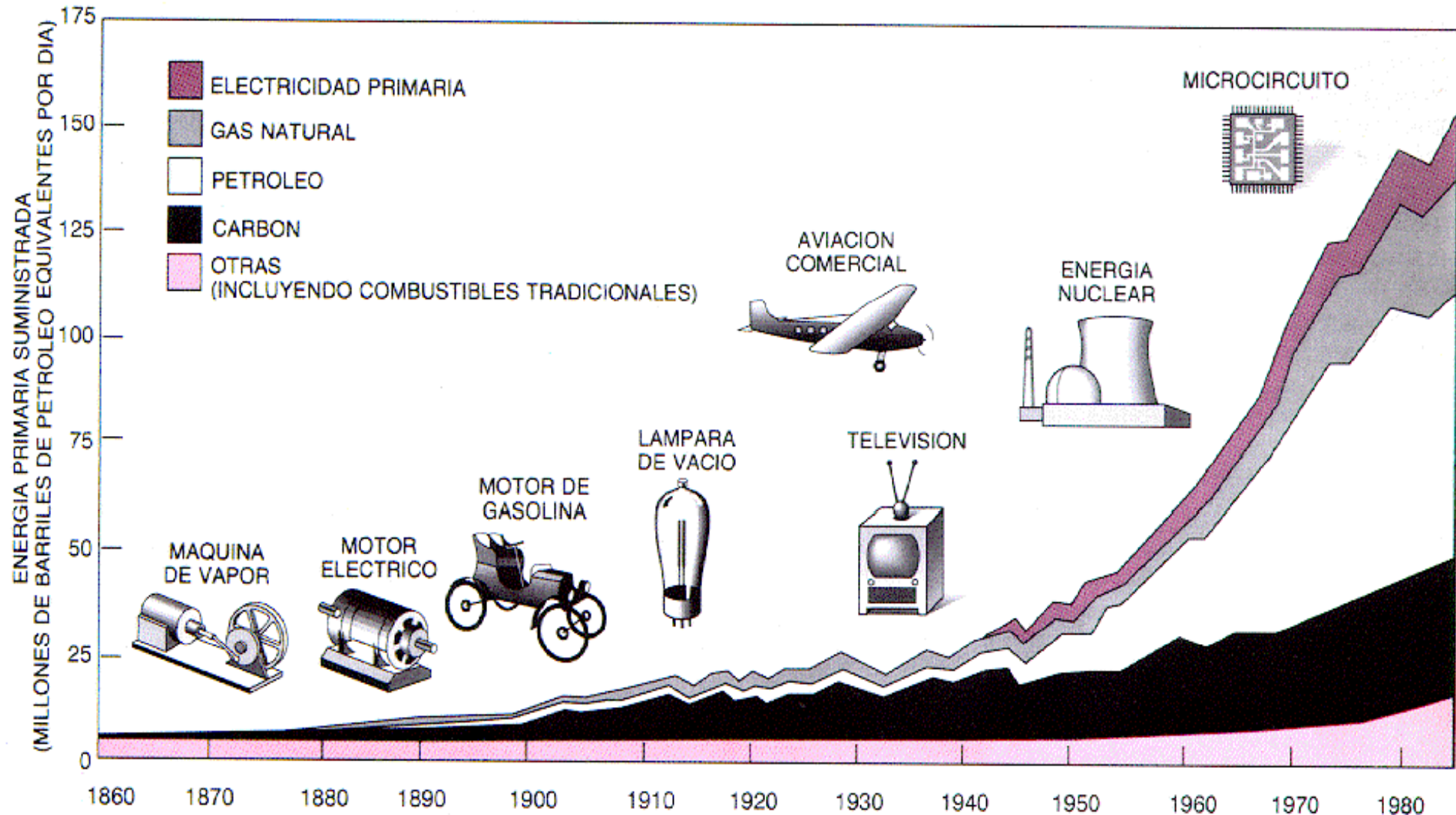
## **Secretaría de Ambiente, Obras y Servicios Públicos Municipalidad de Malargüe**

### **Luminarias tipo "Cut-off" en Agua Escondida**





# POR QUE LA ILUMINACION EFICIENTE UTILIZACIÓN MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA

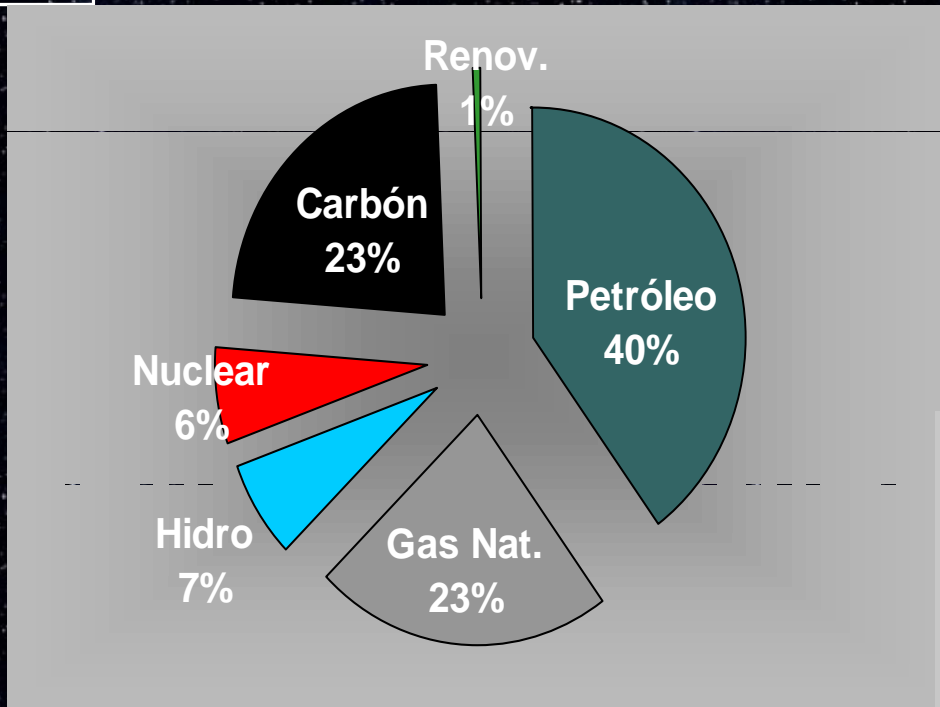


(Fuente: Davis, G. R., 1990, "Energía para el planeta Tierra", *Investigación y Ciencia*, nov.)



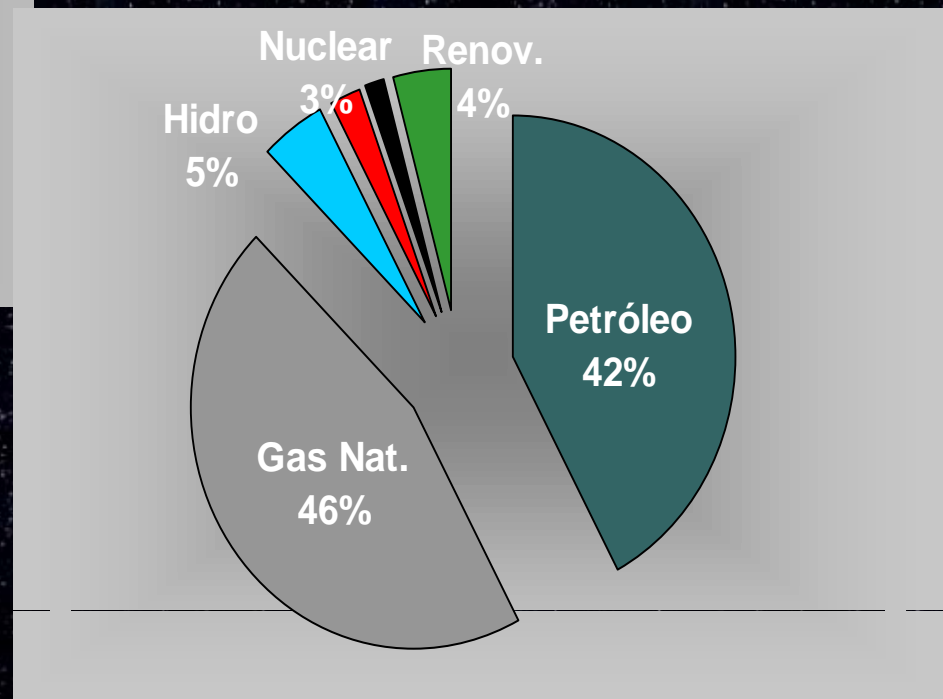


# POR QUE LA ILUMINACION EFICIENTE CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA POR FUENTE



**Argentina (1997)**  
[BEN, 1997]

**Total mundial (1998)**  
[IEA, 2000]







# POR QUE LA ILUMINACION EFICIENTE

## TRILEMA ENERGETICO



- Agotamiento de recursos energéticos no renovables
- Factores económicos
- Impactos Ambientales





# POR QUE LA ILUMINACION EFICIENTE ENERGÍA Y AMBIENTE - IMPACTOS I



- **Contaminación atmosférica** por utilización de combustibles.
  - \* emisiones de CO y partículas: tóxicos para el hombre.
  - \* SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>: gases precursores de la lluvia ácida.
- **Degradación y contaminación de tierras**
  - \* Minería superficial de carbón y uranio, extracción de gas y petróleo y disposición de residuos radioactivos.
- **Perjuicio a los cuerpos de agua**
  - \* Daños a la fauna marina, fluvial, etc. por derrames de petróleo.
  - \* Alteración de los ciclos naturales de los regímenes hidrológicos, perjuicio a la fauna ictícola por grandes represas.





# POR QUE LA ILUMINACION EFICIENTE

## ENERGÍA Y AMBIENTE - IMPACTOS II

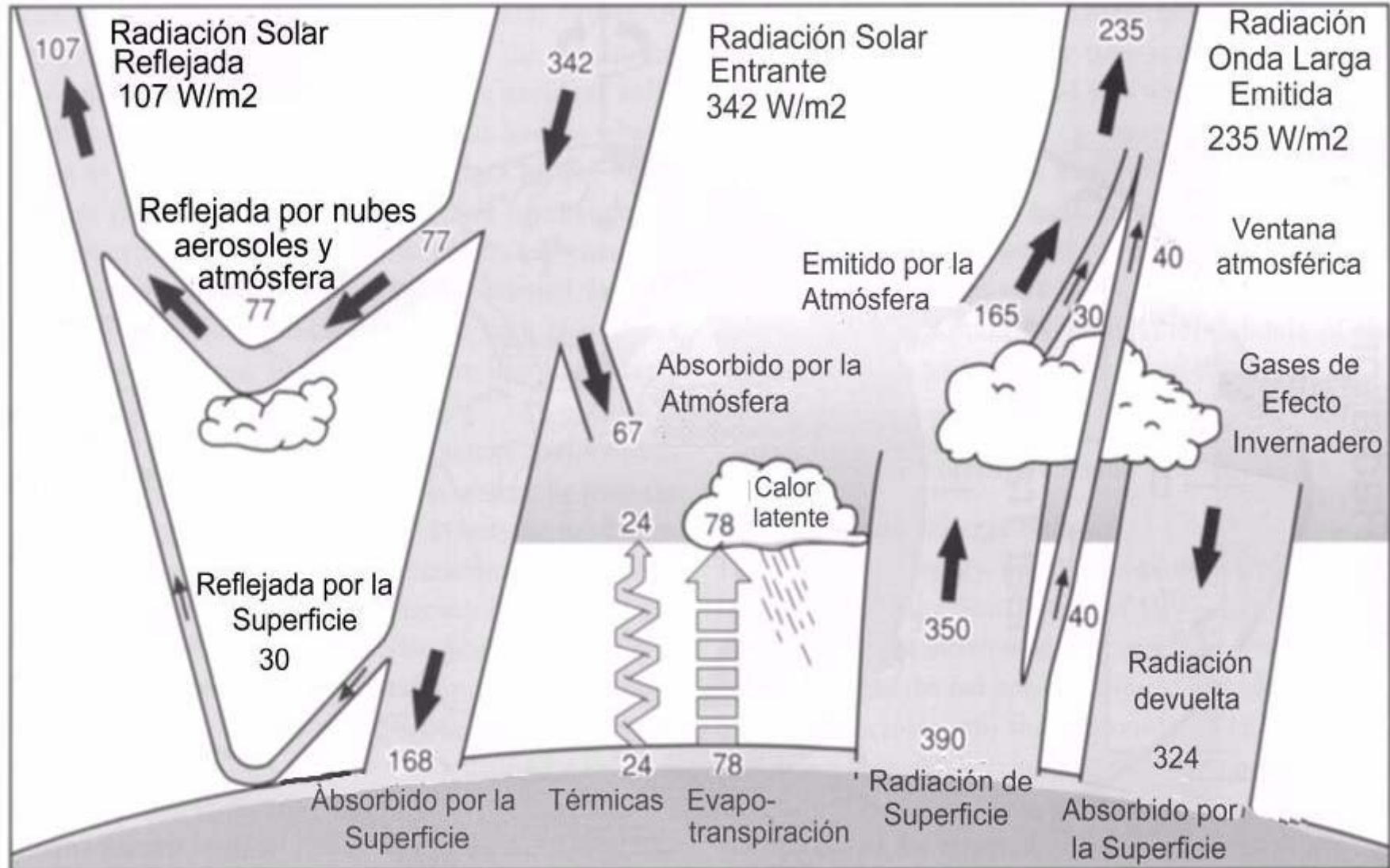


- **Destrucción de ecosistemas**
  - \* causada por inundaciones producidas por las grandes represas.
- **Contaminación térmica** y problemas asociados con los sistemas de refrigeración de centrales termoeléctricas.
- **Cambio Climático**
  - \* emisiones de CO<sub>2</sub>: incremento del efecto invernadero.
  - \* escapes de metano a la atmósfera.
- **Cambio Global**
  - \* uso de CFC en heladeras y equipos de aire acondicionado: daño a la capa de ozono.
- **Contaminación visual, sonora, etc.**



# POR QUE LA ILUMINACION EFICIENTE

## BALANCE RADIATIVO DE LA TIERRA

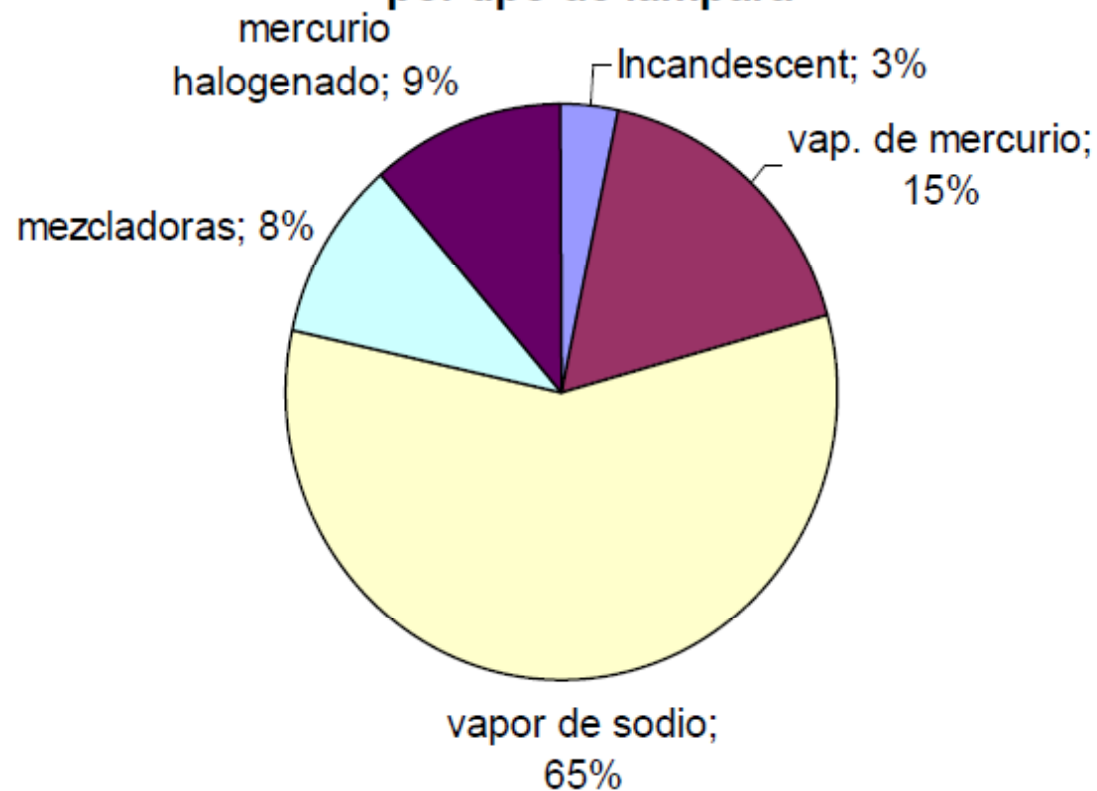






# Energía disipada por tipo de lámpara en el A.P. argentino

## Energía disipada en el alumbrado público por tipo de lámpara











# El programa GLOBE at Night

- Para aprender acerca del **impacto de la iluminación artificial** en pueblos y ciudades, y la actual pérdida del cielo nocturno como fuente de recursos naturales para muchos de los habitantes del mundo.
- Ciudadanos-científicos (USD TED!) **registran el brillo del cielo nocturno** comparando su apariencia en dirección a la constelación de **Orión** utilizando cartas celestes con diferentes límites de magnitudes.
- También se puede medir el brillo del cielo con el **Sky Quality Meter (SQM)**, un luxómetro.
- **Las mediciones son remitidas on-line y se crean mapas** con los resultados de las mediciones en todo el mundo.





# El Programa GLOBE at Night

- Participar en el “clásico” programa GLOBE at Night con observaciones que cada uno puede disfrutar a ojo descubierto
- Realizar un esfuerzo por obtener medidas más precisas del fondo de cielo nocturno, usando un medidor del brillo del cielo (SQM) o luxómetro







Casi 7000 mediciones, en más de 60 países



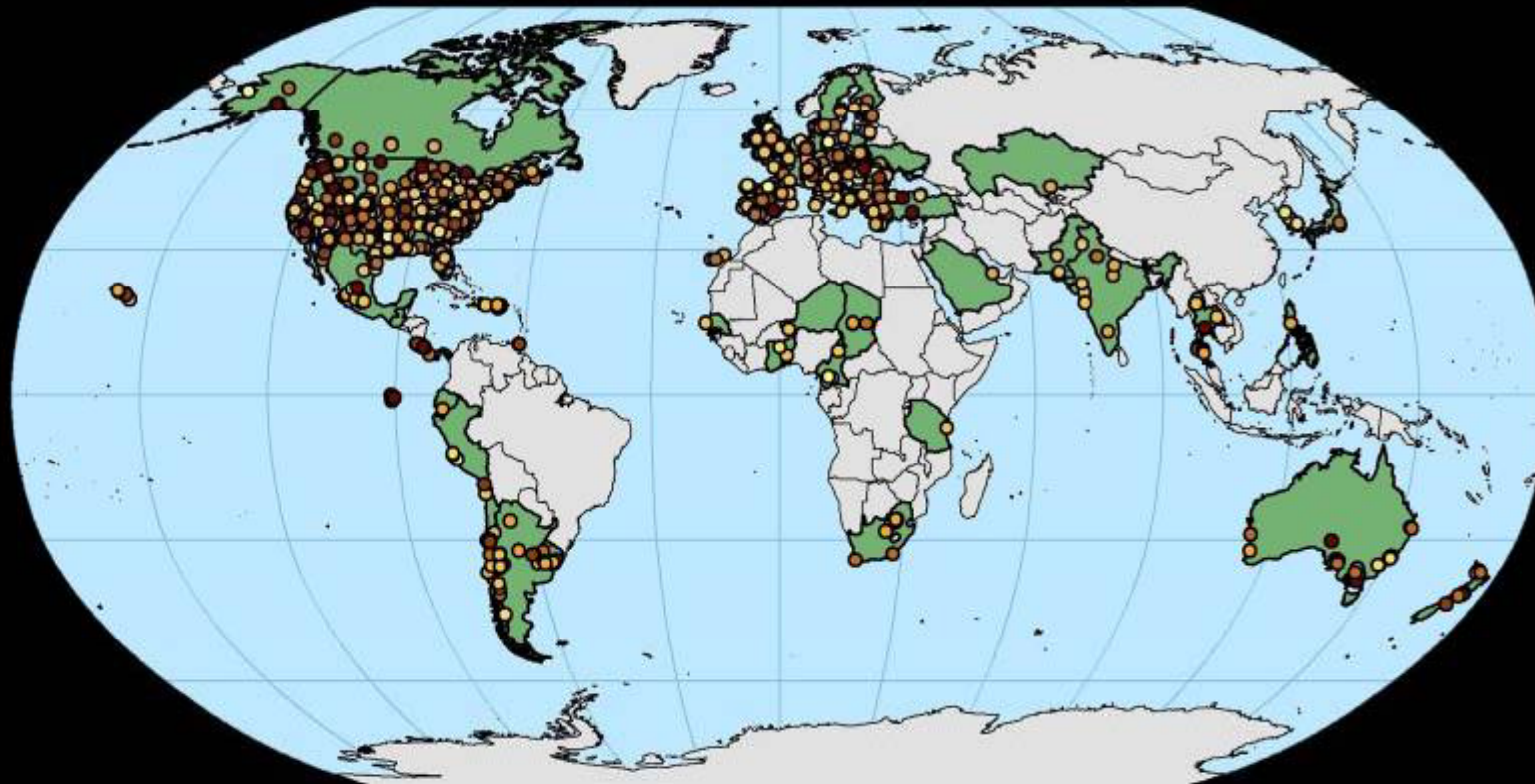
# GLOBE at Night 2008 Results

**Legend**

**2008 GLOBE at Night Magnitude**

*Bright Skies > Dark Skies*

- Limiting Magnitude 1
- Limiting Magnitude 2
- Limiting Magnitude 3
- Limiting Magnitude 4
- Limiting Magnitude 5
- Limiting Magnitude 6
- Limiting Magnitude 7







# Sitio Web de Globe at Night



<http://www.globe.gov/GaN/>

**GLOBE at Night**

For Students For Teachers For Parents

Home Learn Observe! Report Map

### Can You See the Stars?

**GLOBE at Night 2009**  
16 - 28 March

Thanks to everyone who participated in the 2008 GLOBE at Night campaign during 25 February - 8 March! 2008 marks a monumental shift in human history when the number of people living in cities exceeded half the people on Earth. Because of the ambient light of urban landscapes, many city dwellers have never seen a sky full of stars. The 2008 campaign received measurements from **62** countries. Just over 4,800 of the measurements came from the United States, followed by 380 measurements from Hungary; and Romania, the Czech Republic, Costa Rica, and Spain each reporting over 100 observations. The final 2008 data sets are now available on the [Map](#) section.

Go to [GLOBE at Night 2008 Results a Solid Step Toward IYA 2009](#) for more information about GLOBE at Night 2008 and the International Year of Astronomy (IYA) 2009.

Mark your Calendar for the **2009 GLOBE at Night campaign set for 16 - 28 March.**

#### FIVE EASY STAR-HUNTING STEPS:

- 1) **FIND YOUR LATITUDE AND LONGITUDE.**
- 2) **FIND ORION** BY GOING OUTSIDE AN HOUR AFTER **SUNSET** (ABOUT 7-10PM LOCAL TIME).
- 3) **MATCH YOUR NIGHTTIME SKY** TO ONE OF OUR **MAGNITUDE CHARTS.**
- 4) **REPORT YOUR OBSERVATION.**
- 5) **COMPARE YOUR OBSERVATION** TO THOUSANDS AROUND THE WORLD.

Download **Family Activity Packet\***:  
English, Spanish, Polish, Greek, Hungarian, French.

**Participation in GLOBE at Night is open to anyone who lives or works in one of the 110 GLOBE countries.** If you are not located in a GLOBE Country, please contact the GLOBE **Regional Desk Officer** for your region to learn more about how a country can join.

Share GLOBE at Night with your friends!

Download **Postcard\*** - 2MB  
(English\_4, English\_1, Spanish)

Download **Flyer\***  
(English or Spanish)

**Spanish announcement**



Select the latitude closest to your location: 40 deg S | 20 deg S | Equator | 20 deg N | 40 deg N | 60 deg N



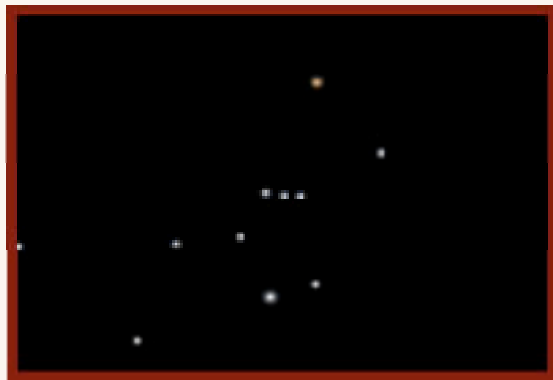
Cloudy Sky



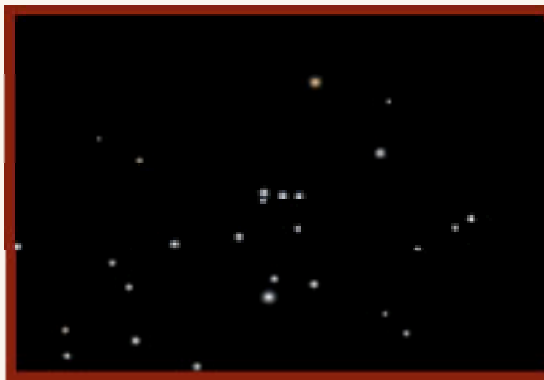
Magnitude 1 Chart



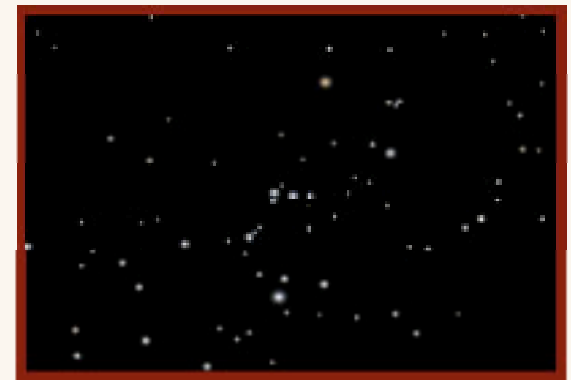
Magnitude 2 Chart



Magnitude 3 Chart



Magnitude 4 Chart



Magnitude 5 Chart



Magnitude 6 Chart



Magnitude 7 Chart

Paso #3: Ajuste el Cielo Nocturno a la carta de Magnitudes.

Estime la cobertura de nubes.

Complete la hoja de observación.





# Teacher Activity Packet: Observation Sheet

<http://www.globe.gov/globeatnight/report.ht>

Only fields marked by \* are required.

Date: March \_\_\_\_, 2007

Observation Time: \_\_\_\_:\_\_\_\_ PM local time (HH:MM)

\*Country: \_\_\_\_\_

Altitude (In deg/min/sec \_\_\_\_ deg \_\_\_\_ min \_\_\_\_ sec

or decimal degrees): \_\_\_\_\_ decimal degrees

(North / South)

Longitude (In deg/min/sec \_\_\_\_ deg \_\_\_\_ min \_\_\_\_ sec

or decimal degrees): \_\_\_\_\_ decimal degrees

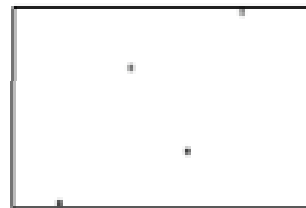
(East / West)

Comments on location: (e.g. There is one street light within 50 m that is shielded from my view.)

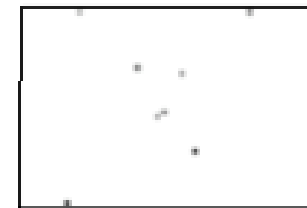
Match your nighttime sky to one of our magnitude charts :



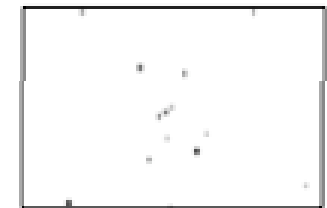
Cloudy Sky



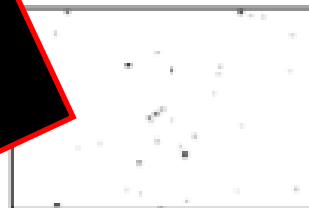
Magnitude 1 Chart



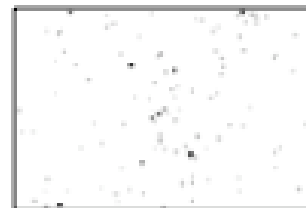
Magnitude 2 Chart



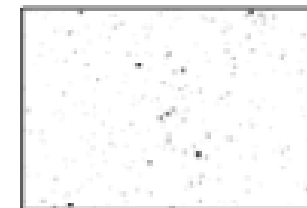
Magnitude 3 Chart



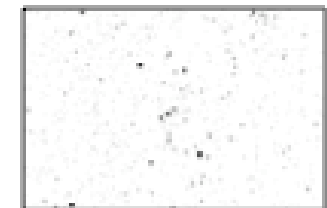
Magnitude 4 Chart



Magnitude 5 Chart



Magnitude 6 Chart



Magnitude 7 Chart

\*Estimate the cloud cover in the sky:

Clear

Clouds cover 1/4 of sky

Clouds cover 1/2 of sky

Clouds cover > 1/2 of sky

Paso #4. Reporte las observaciones on-line.

Observe varias veces entre el 16 y el 28 de marzo de 2009.

Repita la medición desde distintas locaciones!





# Información útil

<http://www.globe.gov/GaN/learn.html>

- **Brillo o magnitud de las estrellas**
- **Encontrando a Orión (herramienta interactiva)**
- **Orión: mitología**
- **Polución Lumínica**
- **Cómo cambia el número de estrellas con la polución lumínica y como la latitud afecta la orientación de Orión (herramienta interactiva)**







# El Sky Quality Meter

[http://www.globe.gov/GaN/learn\\_SQM.html](http://www.globe.gov/GaN/learn_SQM.html)

- Presiones el botón de inicio, aquí:
- La luz ingresa por aquí:
- La medición se lee aquí:







# ¿Qué significa la medida del Sky Quality Meter ?



## Measuring Sky Brightness with an SQM (in magnitudes per square arc-second, or "squims")







# Dark Skies Awareness Proyecto Pilar Global de la AIA



## PROGRAMAS

|  |  |
|--|--|
| Ciudadanos y Ciencia, Programa Cazadores de Estrellas (p.ej. GLOBE at Night)                 | Kit de herramientas para Educación                         |
| La Hora de la Tierra   | Shows para Planetarios                                     |
| Cielos Tranquilos  | Exhibiciones itinerantes, Posters, folletos                |
| Concurso Fotográfico Tierra y Cielo  | Próximo anuncio  |
| Descubrimiento de sitios con cielo oscuro  | Second-Life, Facebook, MySpace                             |
| La Noche en los Parques (Nacionales)   | Podcasts   |
| Semana Internacional de Cielos Oscuros y Noche Mundial en defensa de la luz de las estrellas | Comunidad Internacional Cielos Oscuros, Parques y Reservas |

[www.darkskiesawareness.org](http://www.darkskiesawareness.org)





# El gran cambio exterior

- El programa está centrado en los aspectos educacionales de la calidad en la iluminación residencial de exteriores.
- Alienta a los propietarios para que remuevan y reemplacen los artefactos de iluminación residencial por otros de mayor eficiencia y menos nocivos sobre el cielo oscuro.
- Auspiciado por IDA. Visite [www.darksky.org](http://www.darksky.org), seleccione “Best choice lightening” y luego “Homeowners Guide”.



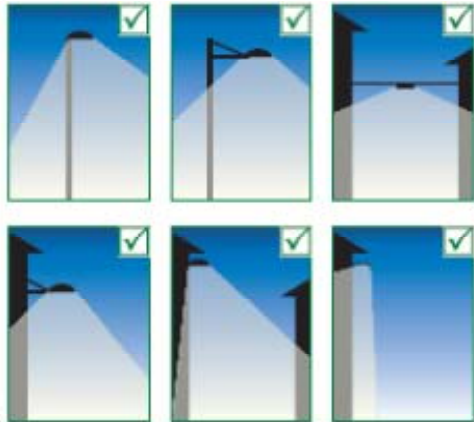


### Propuesta de alumbrado exterior

#### INCORRECTO



#### CORRECTO



Fuente: [www.cielobufo.org](http://www.cielobufo.org)

#### Más información:

- Instituto de Astrofísica de Canarias:  
[www.iac.es/proyect/otpc](http://www.iac.es/proyect/otpc)
- Cel FosC, Asociación contra la Contaminación Lumínica:  
[www.celfosc.org](http://www.celfosc.org)
- Inquinamento Luminoso:  
[www.inquinamentoluminoso.it](http://www.inquinamentoluminoso.it)
- International Dark-Sky Association:  
[www.darksky.org](http://www.darksky.org)

Contacta con nosotros:

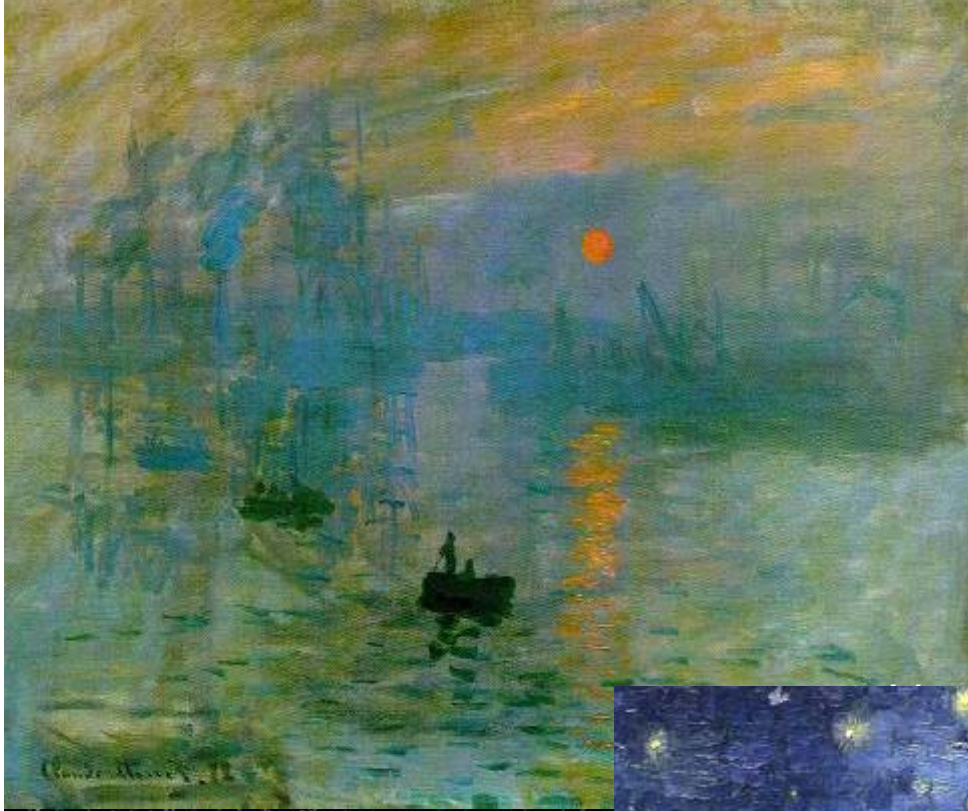
[www.um.es/cieloscuro](http://www.um.es/cieloscuro)  
[cieloscuro@um.es](mailto:cieloscuro@um.es)



## CAMPAÑA CIELO OSCURO

Región de Murcia





Monet, casa del Parlamento

Edvard Munch (1863-1944)





# Disminucion de la Contaminacion Luminica

## Ventajas y beneficios.



**DISMINUIR EL CONSUMO ENERGETICO E INDIRECTAMENTE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES, EMISIONES DE CO2, NOX, Y SO2 Y OTRAS PARTICULAS.**

**.PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE NOCTURNO, DISMIMUYENDO LA PERTURBACION DE HABITATS NATURALES (ANIMALES, PLANTAS, Y PROCESOS ECOLOGICOS). PROTECCION DE AVES NOCTURNASS.**

**.REDUCIR EL DESLUMBRAMIENTO A USUARIOS DE VEHICULOS, AUMENTANDO CON ELLO LA SEGURIDAD VIAL.**

**.IMPEDIR EL DESLUMBRAMIENTO DEL TRAFICO AEREO Y MARITIMO. EVITAR MOLESTIAS A VECINOS.**

**.PERMITIR LA OBSERVACION ASTRONOMICA, TANTO A ASTRONOMOS PROFESIONALES COMO AFICIONADOS.**





**.PRESERVAR LA OSCURIDAD DE LA NOCHE DE ACUERDO A LA DECLARACION UNIVERSAL DE LOS DERECHOS DE LAS GENERACIONES FUTURAS (UNESCO):**

***"Las personas de las generaciones futuras tienen derecho a una Tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo puro."***

**Muchas Gracias**