



**...para poder ver  
las estrellas  
como la vieron  
los Tainos**



# **SEGUNDO FORO SOBRE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMINOCTURNA EN PUERTO RICO**

Día para la Concienciación sobre la Contaminación  
Lumínica en Puerto Rico  
Ley 218 del 2008, según enmendada

7 de agosto de 2015  
Conservatorio de Música de Puerto Rico  
Sala Jesús María Sanromá



Estrategias de diseño arquitectónico  
y tecnologías para la iluminación  
exterior en el manejo de la  
**Contaminación Luminocturna**

Dr. Fernando Abruña, Arquitecto  
US Green Building Council, Capítulo del Caribe

Comité Puerto Rico Brilla Naturalmente  
Para la Naturaleza

[www.usgbc-uscaribbean.org](http://www.usgbc-uscaribbean.org)  
[www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)

# Contaminación Luminocturna

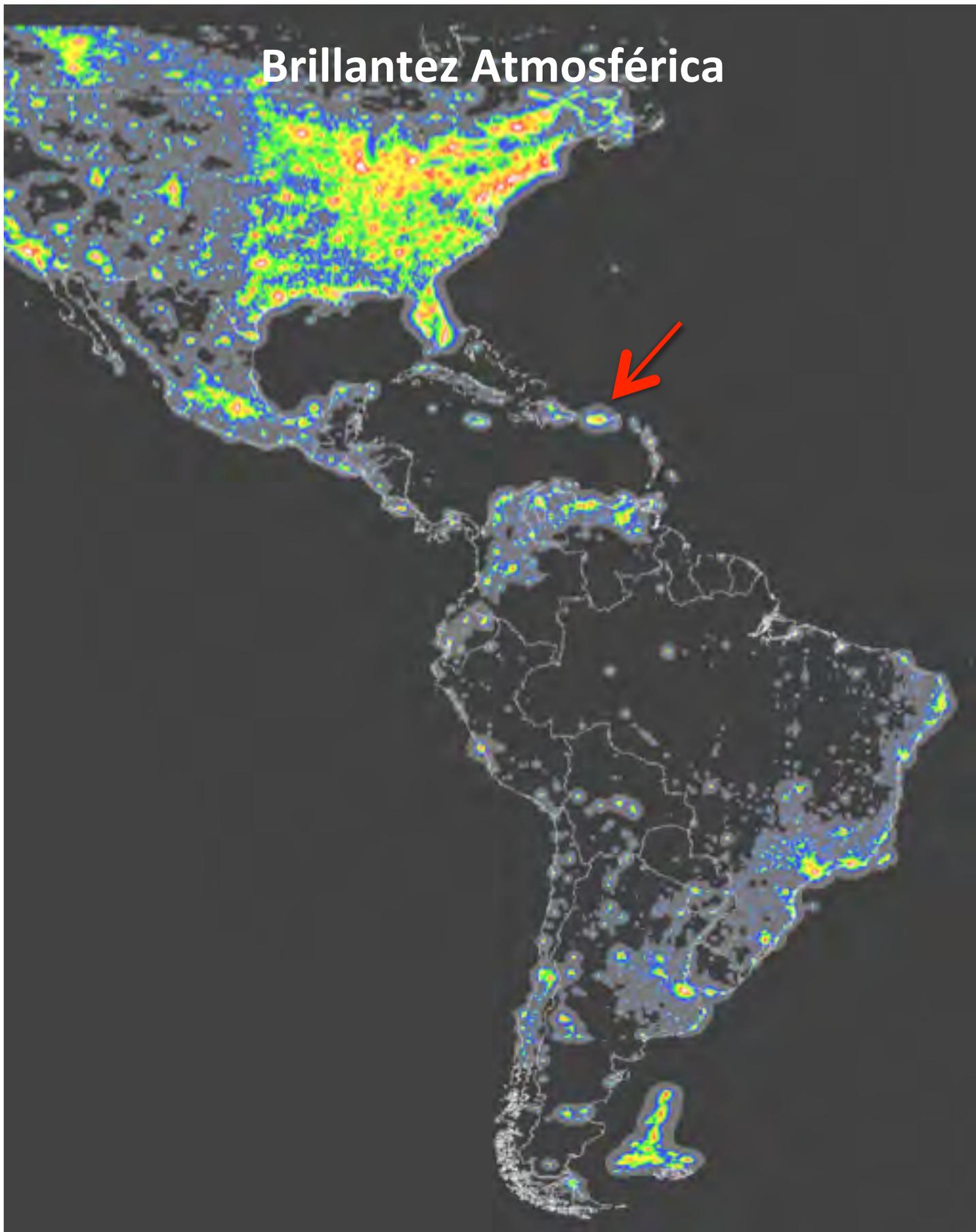
Múltiples aspectos a considerar

1. Conservación y **Eficiencia** energética
2. Oscuridad y **Seguridad**
3. Contaminación lumínica y **Salud**
4. **Ecología** y ambiente natural
5. **Astronomía** y Cielos Oscuros
6. **Urbanismo** y Civismo
7. Otros

A night sky filled with stars and a nebula, with the title 'RESUMEN DEL PROBLEMA' centered in white text.

# RESUMEN DEL PROBLEMA

# Brillantez Atmosférica



# Brillantez Atmosférica



*(Images: International Dark-Sky Association. When the eastern power grid failed, from Ontario to New York City, in August 2003, it revealed something many city dwellers had never seen: from horizon to horizon, a sky full of stars. Then the power came back on.)*

# Brillantez Atmosférica



Los Angeles...Cielo ± Oscuro  
visto desde el observatorio de Mount Wilson, 1908

Kitt Peak National Observatory, Photo File No. 11781



Los Angeles...Cielo muy Contaminado  
visto desde el observatorio de Mount Wilson, 1988

# Intrusión Lumínica (Light Trespass)





# CONCEPTOS FUNDAMENTALES PARA ENTENDER EL RETO

## Unidades de Medición

**Lumens:** Unidad de flujo lumínico

**Watt:** Unidad de potencia eléctrica

**Lumens/Watt:** Unidad de eficiencia energética para una fuente de luz.

Mientras más lumens/watt, más eficiente será la lámpara.

La unidad más útil para medir la contaminación luminoc nocturna es el

**“Foot Candle”**

(Pie Bujía)

# Unidades de Medición



Esto **NO** es un Foot Candle

# Unidades de Medición

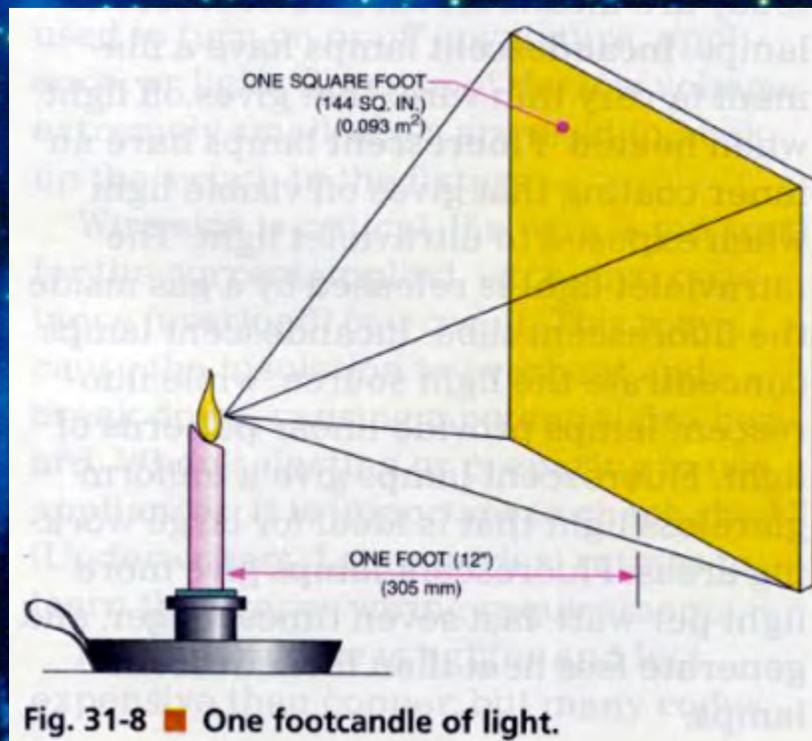
Foot Candle (Pie Bujía):

Unidad que mide la intensidad de luz sobre una superficie.

**FC = 1 lumen/P<sup>2</sup> (Sistema Inglés)**

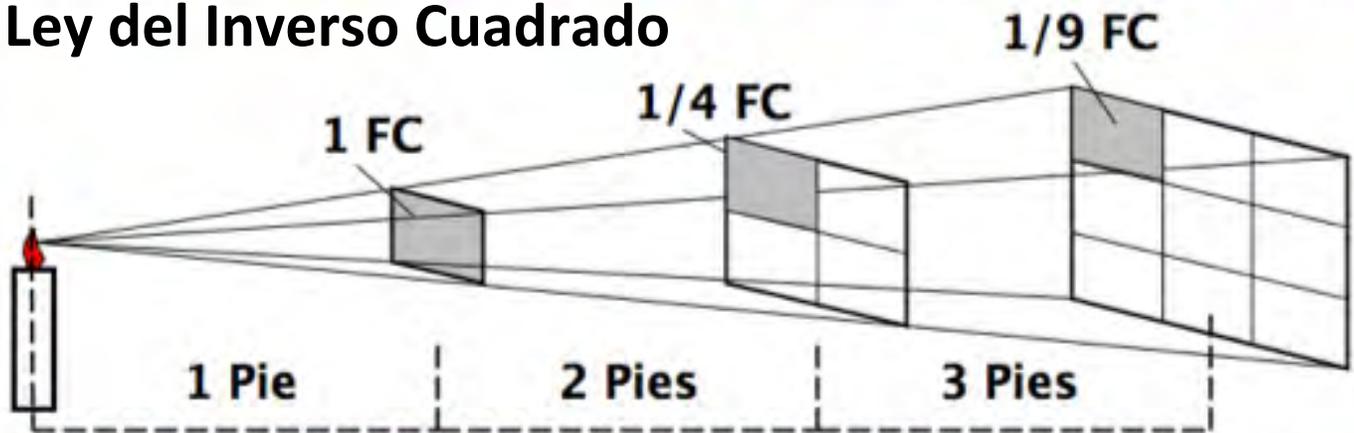
**Lux = 1 lumen/M<sup>2</sup> (Sistema Métrico)**

$$1 \text{ FC} = 10.76 \text{ Lux}$$



# Unidades de Medición

## Ley del Inverso Cuadrado



La cantidad de luz es evaluada en términos de iluminancia; la cantidad de lumens en una superficie. Se mide en pies bujias (foot candles) en el sistema inglés, o lux en el sistema métrico

Los pies bujias se utilizan como medida relativa para determinar los diferentes niveles de luz para diferentes áreas y tipos de actividades.

# Niveles de Iluminación

**High Pressure Sodium**

**Foot-Candles Received from varying distances.**

This chart is in reference to the amount of light, not heat.

Lumen Output Of Bulb:  
Wattage Of Bulb:  
Inches From Bulb:

	16,000	27,500	50,000	53,000	92,000	140,000
Lumens	16,000	27,500	50,000	53,000	92,000	140,000
Watts	150	250	400	430	600	1,000
4	45,837	78,782	143,239	151,834	263,561	401,070
5	29,335	50,420	91,673	97,174	168,579	256,685
6	20,372	35,014	63,662	67,482	117,138	178,254
7	14,967	25,725	46,772	49,578	86,061	130,962
8	11,459	19,695	35,810	37,958	65,890	100,268
9	9,054	15,562	28,294	29,992	52,061	79,224
10	7,334	12,605	22,918	24,293	42,170	64,171
11	6,061	10,417	18,941	20,077	34,851	53,034
12	5,093	8,754	15,915	16,870	29,285	44,563
13	4,340	7,459	13,561	14,375	24,952	37,971
14	3,742	6,431	11,693	12,395	21,515	32,740
15	3,259	5,602	10,186	10,797	18,742	28,521
16	2,865	4,924	8,952	9,490	16,473	25,067
17	2,538	4,362	7,930	8,406	14,592	22,205
18	2,264	3,890	7,074	7,498	13,015	19,806
19	2,032	3,492	6,349	6,729	11,681	17,776
20	1,833	3,151	5,730	6,073	10,542	16,043
21	1,663	2,858	5,197	5,509	9,562	14,551
22	1,515	2,604	4,735	5,019	8,713	13,259
23	1,386	2,383	4,332	4,592	7,972	12,131
24	1,273	2,188	3,979	4,218	7,321	11,141
25	1,173	2,017	3,667	3,887	6,747	10,267
26	1,085	1,865	3,390	3,594	6,238	9,493
27	1,006	1,729	3,144	3,332	5,785	8,803
28	935	1,608	2,923	3,099	5,379	8,185
29	872	1,499	2,725	2,869	5,014	7,630
30	815	1,401	2,546	2,699	4,686	7,130
31	763	1,312	2,385	2,528	4,388	6,678
32	716	1,231	2,238	2,372	4,118	6,267
33	673	1,157	2,105	2,231	3,872	5,893
34	634	1,090	1,983	2,102	3,648	5,551
35	599	1,029	1,871	1,963	3,442	5,238
36	566	973	1,768	1,874	3,254	4,951

Foot Candles @1'  $\div 1 =$

Foot Candles @2'  $\div 4 =$

Foot Candles @3'  $\div 9 =$

# Niveles de Iluminación

## Recommended Lighting Levels for Exterior Lighting

The Illuminating Engineering Society of North America, (IESNA, or IES) in its current IES publications provides recommended illumination levels for outdoor lighting. We summarize some of these recommendations below.

It is important to note that these values are recommendations, not standards. Standards are set at the federal, state, county, or community level.

We give below a summary of the lighting illuminance levels in foot-candles, as that is the most common unit used in the United States. However, lux is the preferred international unit, and the IES does officially recommend its use in the United States. A level of ten lux is about one foot-candle (10.76 lx = 1 fc, exactly).

### Roadway lighting

Road Type	Average Maintained Illuminance (fc)	Uniformity (Avg/Min)
Freeway Class A	0.6 – 0.8	3/1
Freeway Class B	0.4 – 0.6	3/1
Expressway	0.6 – 1.3	3/1
Major road	0.6 – 1.6	3/1
Collector road	0.4 – 1.1	4/1
Local road	0.3 – 0.8	6/1

### Parking lots

Level of activity	Horizontal Illuminance (fc)		Uniformity (Avg/Min)
	Avg	Min	
Community shopping centers, Cultural, Civic, Recreational Events, Office Parking, Airports, Commuter Lots, Residential Complex Parking, Hospital Parking etc.	2.4	0.6	4/1
Neighborhood Shopping, Industrial Employee Parking, Educational Facilities etc.	0.8	0.2	4/1

**Expreso: 0.6 a 1.3 FC**  
**Estacionamiento Residencial: 0.6 a 2.4 FC**

# Niveles de Iluminación

Light Levels at Initial Installation\*

	Minimum horizontal luminance	Maximum Uniformity Ratio (max. to min.)	Maximum average luminance	Minimum vertical luminance
Paths, plazas, walkways**	0.1 foot-candle	20:1	0.5 foot-candle	0.1 foot-candle
Bicycle parking areas	0.2 foot-candle	20:1	0.5 foot-candle	0.1 foot-candle
Commercial parking areas	0.5 foot-candle	10:1	2 foot-candles	0.2 foot-candle
Industrial, office parking areas	0.2 foot-candle	10:1	1 foot-candle	0.1 foot-candle
Residential parking areas	0.1 foot-candle	20:1	0.5 foot-candle	NA
Parking areas-schools	0.1 foot-candle	20:1	0.5 foot-candle	NA

Notes:

\* Lighting criteria is adopted from the IESNA, 8<sup>th</sup> Edition, and Lighting Handbook.

\*\* Excludes recreational trails and paths that are not typically used at night.

# Fotómetro, Luxómetro

(Lightmeter, Photometer, Foot Candle Meter, Lux Meter)



# Fotómetro, Luxómetro

(Lightmeter, Photometer, Foot Candle Meter, Lux Meter)



A night sky filled with stars and a nebula, with the word "SOLUCIONES" in the center. The sky is a deep blue, and the stars are of various colors, including white, yellow, and red. The nebula is a soft, glowing blue cloud. The word "SOLUCIONES" is written in white, bold, uppercase letters in the center of the image.

# SOLUCIONES

# Lumen Efficiency of Lighting Technologies

<p><b>Poor</b> Incandescent</p>  <p><b>8 to 17 Lumens per Watt</b></p> <p><b>\$50.00</b> for 50 bulbs (1,000 hour life) <del>\$271.35</del> electricity <b>Save \$233.17</b> when switching to <b>TAM Energy LEDs</b></p>	<p><b>Better</b> Compact Fluorescent</p>  <p><b>50 to 72 Lumens per Watt</b></p> <p><b>\$50.00</b> for 5 bulbs (10,000 hour life) <del>\$84.42</del> electricity <b>Save \$46.24</b> when switching to <b>TAM Energy LEDs</b></p>	<p><b>BEST</b> <b>TAM Energy 3.5W R20 - LED</b></p>  <p><b>50 to 72 Lumens per Watt</b></p> <p><b>\$50.00</b> for 1 bulbs (50,000 hour life) <del>\$36.18</del> electricity <b>\$88.18</b></p>
--	--	---

## Cost Analysis: 50,000 Hours of Light

Features	LED	CFL	Incandescent	Halogen	HID
Light Bulb Comparison					
Rated Avg. Life	50,000	10,000	750-1000	3,000	20,000
Life Span	Vastly Longer	Long	Low	Medium	Long
Watts	6-18	3-120	3-500	5-500	35-1500
Cost to Operate	Lowest	Low	High	Medium	Low
Energy Consumption	Lowest	Low	Medium	Medium	High
Lumens per Watt	45-75	60	15	25	Up to 120
Color Temp. (K)	2700-5000	2700-6500	2700	3000	1700-6500

# Eficiencia Vs Eficacia

**EFICIENCIA** supone...substituir una lámpara incandescente con rendimiento de **17 lumens/vatio** por una lámpara LED con rendimiento de **72 lumens/vatio**

$$72 \text{ l/w} \div 17 \text{ l/w} = 4.2 = 4$$

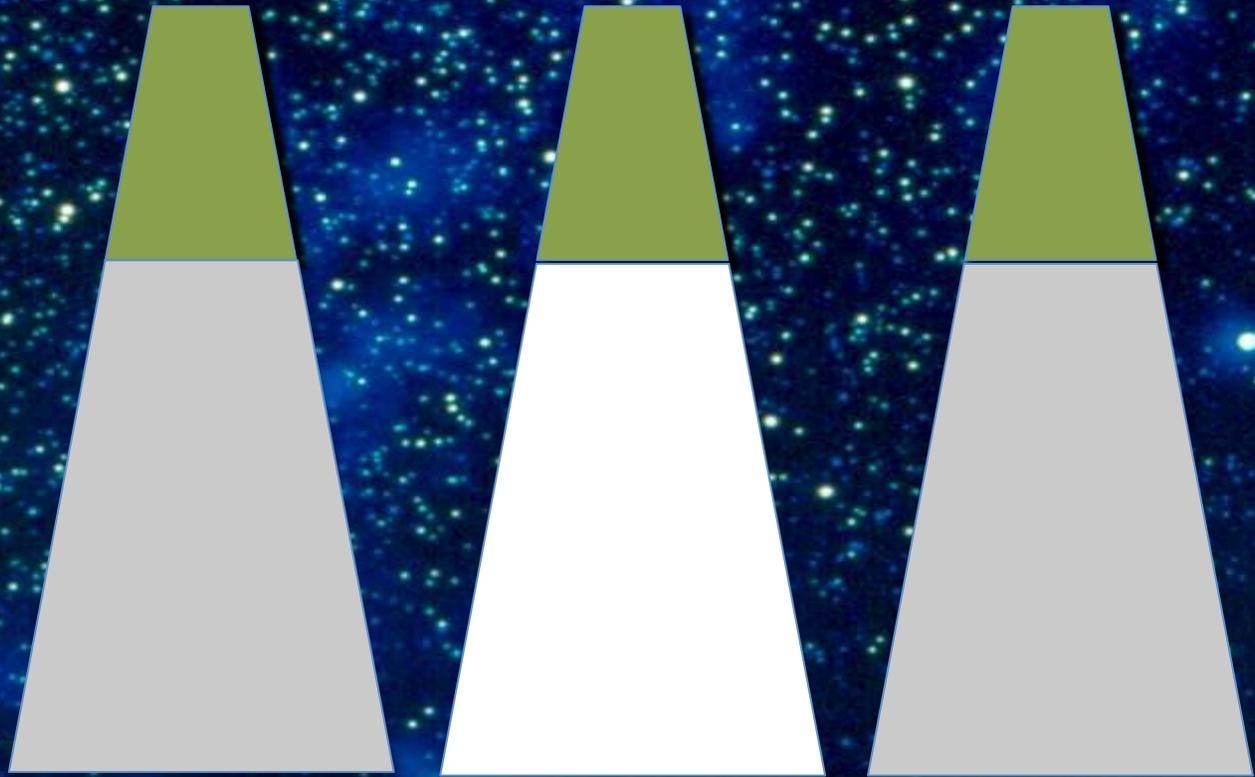
En este ejemplo, la lámpara LED es **4 veces más eficiente** que la incandescente

Si la lámpara incandescente es de 60 watts entonces el sustituto LED debe ser de:

$$60 \text{ w} \div 4 = 15 \text{ watts}$$

Si instalamos una lámpara LED de 60 watts estaremos sobre iluminando

# Eficiencia Vs Eficacia



60 Watts  
Incandescente

Nnivel Apropriado  
de iluminación  
consume mucha  
energía

60 Watts  
LED

Nnivel Excesivo de  
iluminación

15 Watts  
LED

Nnivel Apropriado  
de iluminación  
consume poca  
energía

## Eficiencia Vs Eficacia

La regla a ojo de buen cubero cuando sustituimos lámparas incandescentes por lámparas compactas fluorescentes o LED es:

**Vatios Incand.  $\div$  4 = Vatios Fluor. o LED**

### EJEMPLO:

La lámpara de un poste de alumbrado existente de 400 watts podrá substituirse por una lámpara LED de  $(400 \div 4 =)$  100 watts y producirá la misma cantidad de iluminación.

# Eficiencia Vs Eficacia

**EFICACIA** supone...

**Iluminar en la dirección correcta con la luminaria correcta (Full Cut Off) para iluminar lo que se desea iluminar y no otras cosas.**

## EJEMPLO

**Puedo tener una lámpara LED muy eficiente (Consume poca energía y genera mucha luz) pero poco eficaz si está alumbrando hacia el cielo en lugar de iluminar hacia la acera.**

# Controlar el Índice de Contraste, Fondo y Figura

Fondo  
Claro



Fondo  
Medio



Fondo  
Obscuro



# Controlar el Índice de Contraste, Fondo y Figura

Fondo  
Claro  
Figura  
Oscura



Fondo  
Oscuro  
Figura  
Clara

reflective glass bead and prismatic technology



*Legibility of Traffic Sign Text and Symbols*

Helmut T. Zwahlen, PhD and Thomas Schnell, MS

# Controlar el Índice de Contraste, Fondo y Figura

Table 3. Average Legibility/Recognition Distances, Standard Deviation, and Number of Observations During Daytime and Nighttime, and Daytime/Nighttime Average Recognition Distance Ratio for the Symbolic, Textual, and the Landholt Ring Sign Groups

	Daytime					Nighttime					Day/Night Average Recog. Distance Ratio
	Average Legibility/Recog. Distance [m]	StdDev [m]	Average Legibility Index		N	Average Legibility/Recog. Distance [m]	StdDev [m]	Average Legibility Index		N	
			[m]/[cm]	[ft]/[in]				[m]/[cm]	[ft]/[in]		
Arrow Symbol Group	235.56	88.4	5.1	42.5	120	128.32	61.6	3.4	28.2	72	1.8
Textual Sign Group	187.34	75.2	8.2	68.6	150	114.95	55.7	4.8	40.0	135	1.6
Landholt Ring Group	148.77	45.5	7.4	62.0	90	70.16	28.4	3.5	29.2	81	2.1
All Signs Together	193.77	81.0	6.9	57.7		105.62	56.1	3.9	32.5	287	1.8

Note: The legibility index is given in average legibility/recognition distance per unit of letter/symbol height

## Ejemplo:

Un símbolo de 1" de altura se podrá leer a una distancia de 42.5 pies (día) y 28.2 pies (noche)

Un texto de 1" de altura se podrá leer a una distancia de 68.6 pies (día) y 40 pies (noche)

# Controlar el Deslumbramiento (“Glare”)

George Fleenor



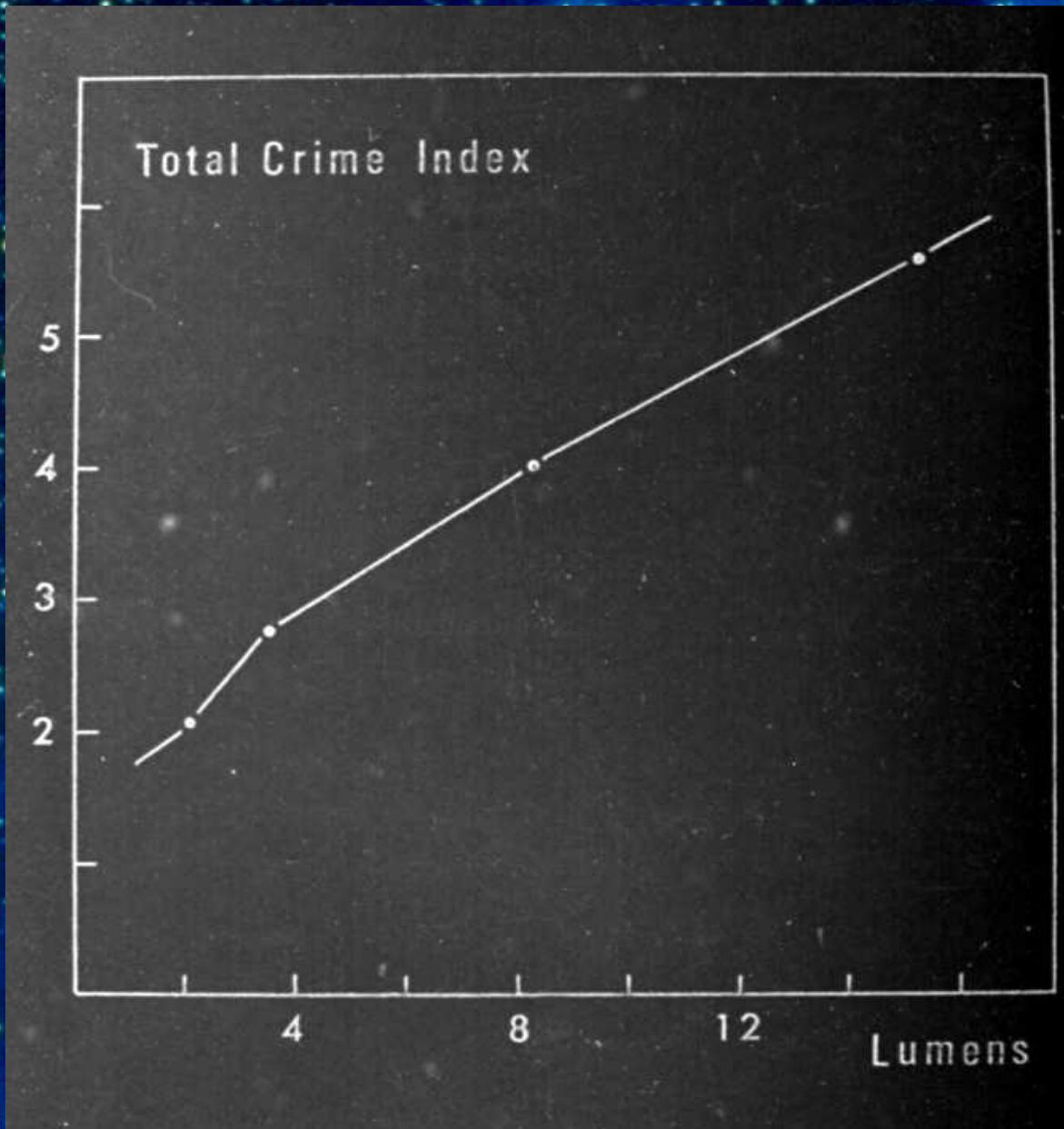
Más luz no es igual a mayor seguridad

# Controlar el Deslumbramiento (“Glare”)

George Fleenor



Más luz no es igual a mayor seguridad



Más luz no es igual a mayor seguridad

# Crimen

Iluminado sobre  
los estándares  
mínimos

98%

80%

Iluminado  
adecuadamente

2%

20%

100% 100%

Más luz no es igual a mayor seguridad

# Estrategias de Diseño

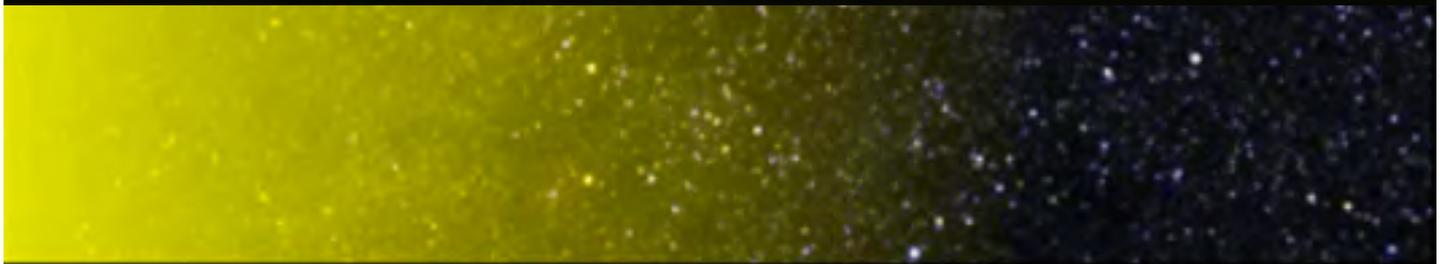
9  
Inner City sky

7  
Suburban/urban  
transition

5  
Suburban sky

3  
Rural sky

1  
Excellent dark  
sky site



**Peor**

**Mala**

**Buena**  
"Full Cut Off"

**Mejor**  
Focalizada



# Estrategias de Diseño

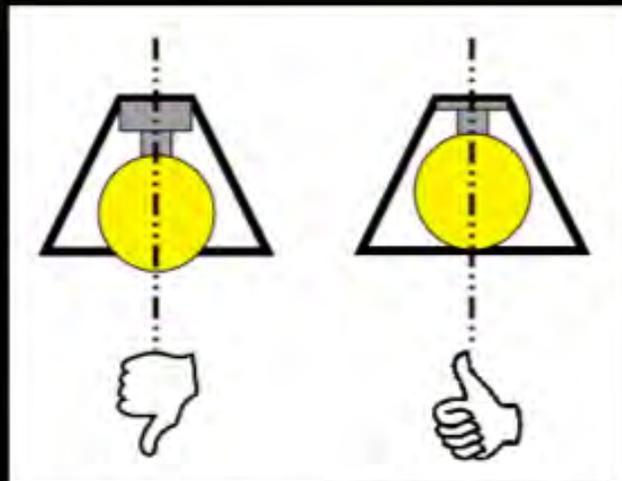
9  
Inner City sky

7  
Suburban/urban  
transition

5  
Suburban sky

3  
Rural sky

1  
Excellent dark  
sky site



**“Full Cut Off”**



**“Up Lighting” ...¡Bonito!...Pero contamina.**

# Estrategias de Diseño

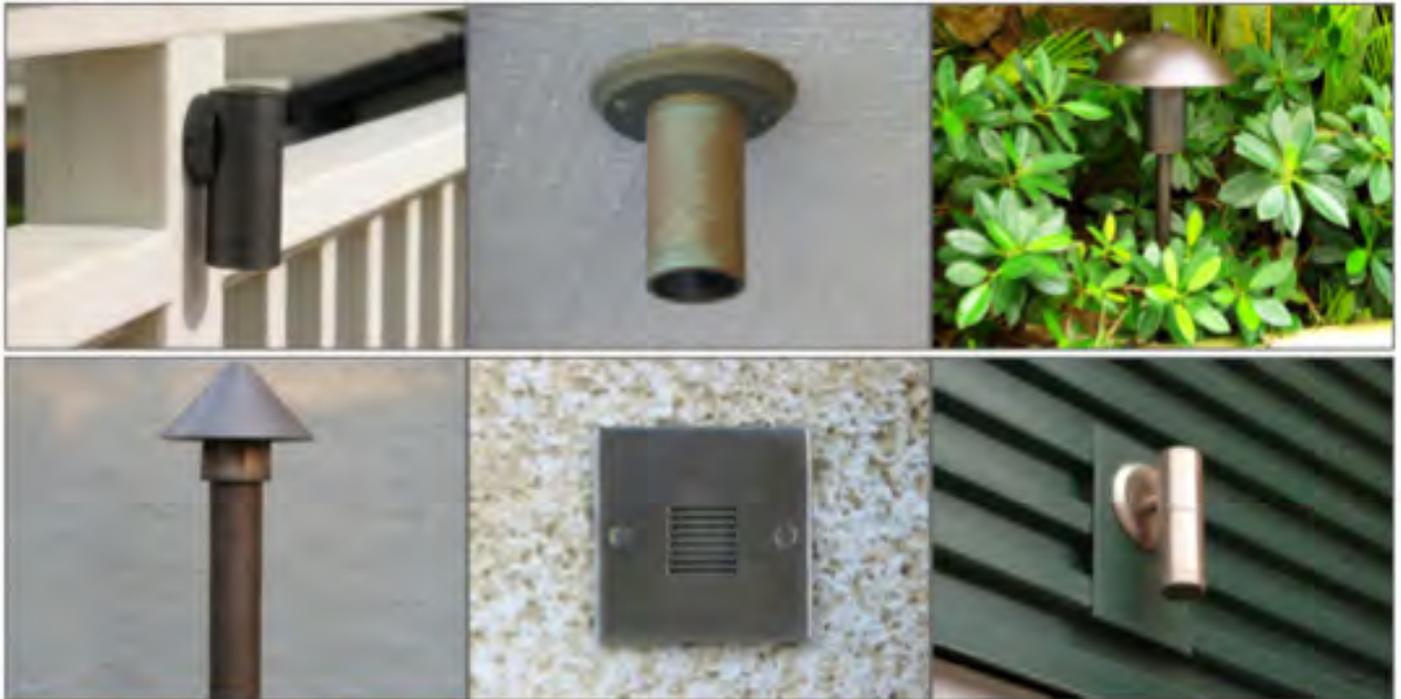
Aloha from Hawai'i,

Just last year Beachside Lighting completed its third successful submission of a new group of Turtle Friendly fixtures to the Florida Fish & Wildlife Conservation Commission. Using amber LED sources, the fixtures satisfy FFWCC's requirements of being either low to the ground or downward directed; well shielded; and use of lamp sources with a wavelength in excess of 575 nanometers. Beachside's Turtle Friendly product offering now include:

- Recessed Fixtures with Stainless Steel Cans and Brass Trims
- Ceiling Mounted Brass Fixed Downlights
- Wall & Deck Post Mounted Brass Fixed Downlights
- Brass Bollards
- Brass & Copper Pathlights
- Brass Steplights

To view Beachside's offering of these fixtures: [http://www.BeachsideLighting.com/information.php?info\\_id=9](http://www.BeachsideLighting.com/information.php?info_id=9)

To view the official FFWCC site showing all certified fixtures from all manufacturers: <http://www.myfwc.com/conservation/you-conserve/lighting/certified/>



# Estrategias de Diseño



Florida Fish and Wildlife  
Conservation Commission

Ask FWC About Contact News Calendar Get Involved Home

Sign up for updates

Fishing Boating Hunting Licenses & Permits Wildlife Viewing Wildlife & Habitats Research Education Conservation

Home : Conservation : How You Can Conserve : Wildlife Lighting

## Certified Wildlife Lighting



### Issues and Policies

### Value of Conservation

### How You Can Conserve

[Outdoor Recreation](#)

[Living with Wildlife](#)

[Wildlife Assistance](#)

[Wildlife Lighting](#)

[Pollution](#)

[Certification](#)

[Certified](#)

[Communities](#)

[Grants](#)

[Resources](#)

[Contacts](#)

[Ordinances](#)

[Nonnative Species](#)

### Freshwater Programs

### Saltwater Programs

### Terrestrial Programs

## Fixtures and Bulbs

The fixtures and bulbs on the pages listed below have all been approved through the Wildlife Lighting Certification Process. They are categorized by use. Click on the label to go to the specific page.

Be sure to return to this page often, as new information is added regularly.

	<a href="#">Wall Fixtures</a>		<a href="#">Ceiling Mount Fixtures</a>
	<a href="#">Step Lighting</a>		<a href="#">Pole Fixtures</a>
	<a href="#">Walkway Lighting</a>		<a href="#">Bulbs</a>

# Estrategias de Diseño



# Estrategias de Diseño



Complejo de Cines en Branford , Connecticut  
Antes y después de instalar lámparas "Full Cut Off"

# Estrategias de Diseño

## Why Astronomers Love Low-Pressure Sodium Lights



It would be impractical and unsafe to keep our cities and streets completely dark, but it would be great for astronomy. Streetlights are needed and the type that astronomers *really* like is low-pressure sodium (LPS).

The big advantage of LPS for astronomy is that it puts out a very limited range of color. This limited set of colors can easily be filtered out by astronomers, who then can use the rest of the color spectrum to study the universe.

**Evite luminarias de halógeno o Sodio de Alta Presión**

# Estrategias de Diseño



It can take 30 minutes or more for your night vision to return after using bright lights - © Royce Bair



Using red lights in your photo equipment set-up will help in your night vision recovery (self-portrait)

# Estrategias de Diseño

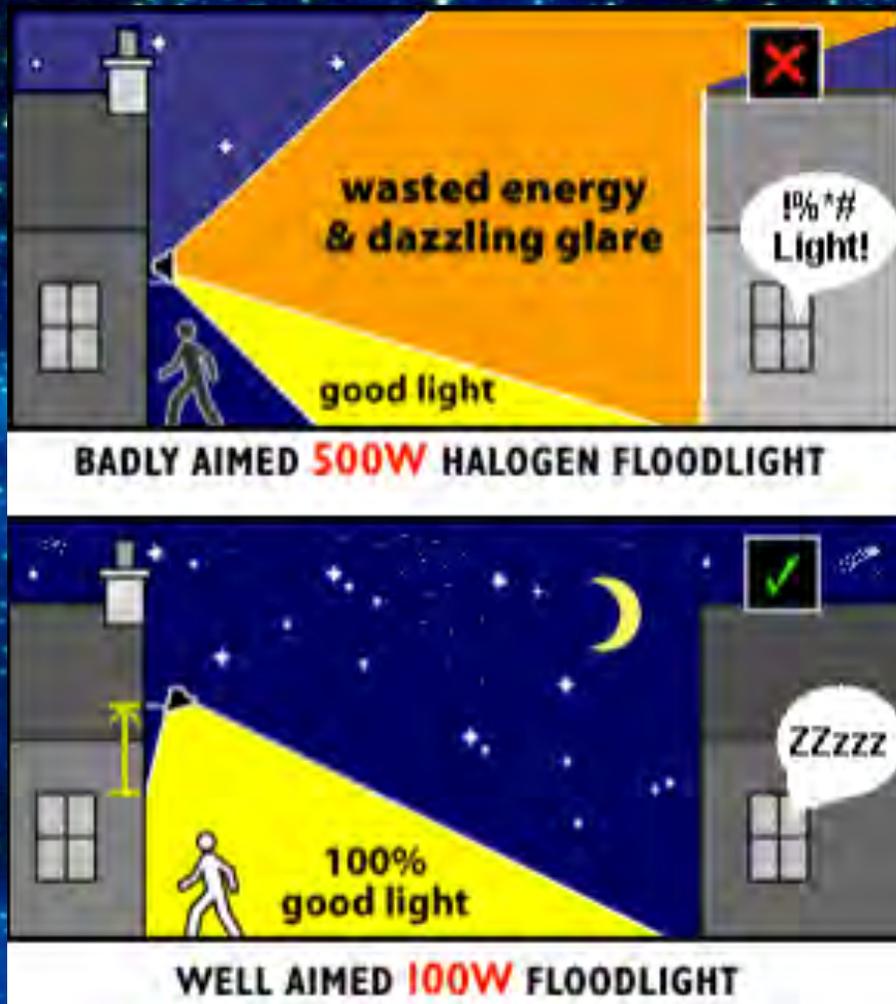


Courtesy Kamiel Spoelstra, Netherlands Institute of Ecology

This outdoor experiment shines white, green or this eerie red light, which is deficient in the short wavelengths that affect circadian rhythms. If red or green is less harmful than white, street lights could be "tuned" to benefit wildlife, though the bizarre color scheme might take some getting used to!

**Reemplace bombillas con unas de color  
Rojo, Ámbar o Amarillo de baja intensidad**

# Estrategias de Diseño



Dirigir la iluminación correctamente

# Estrategias de Diseño



Shield added to cobra-head streetlight.



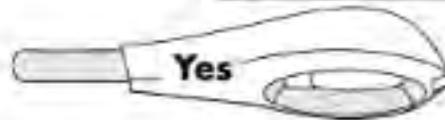
Shields attached to pair of sports field lights.

Coloque escudos protectores en las luminarias para evitar el derrame o invasión de luz a la costa u otros vecinos.

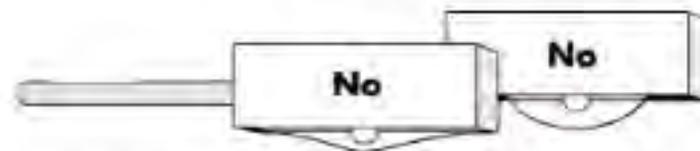
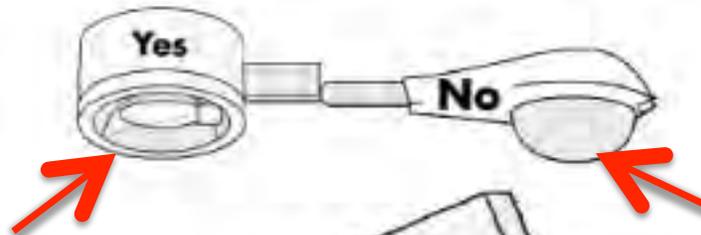
# Estrategias de Diseño

## Utilizar lámparas Full Cut Off

What is a True "Full Cutoff" Outdoor Lighting Fixture?



Flat glass lens, eliminates or minimizes direct glare, no upward throw of light. The housing for these fixtures is available in many styles.



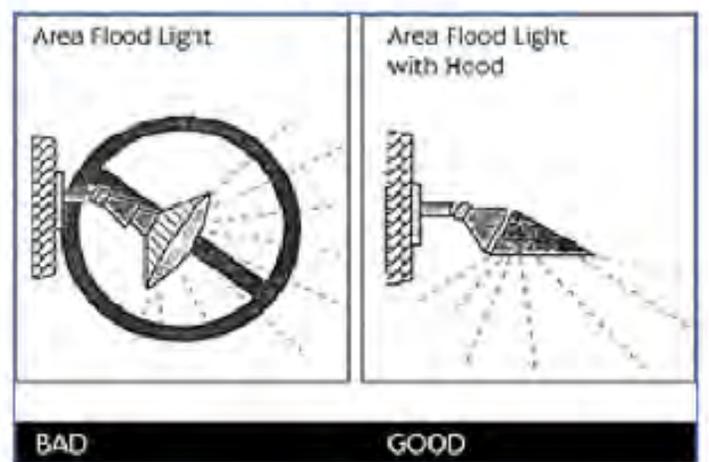
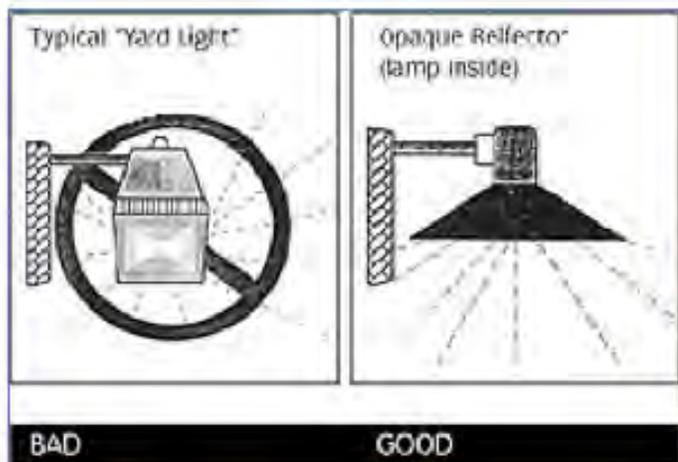
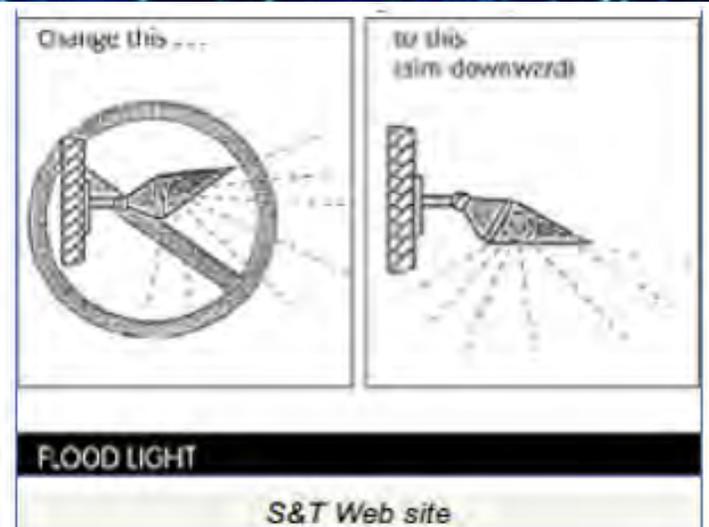
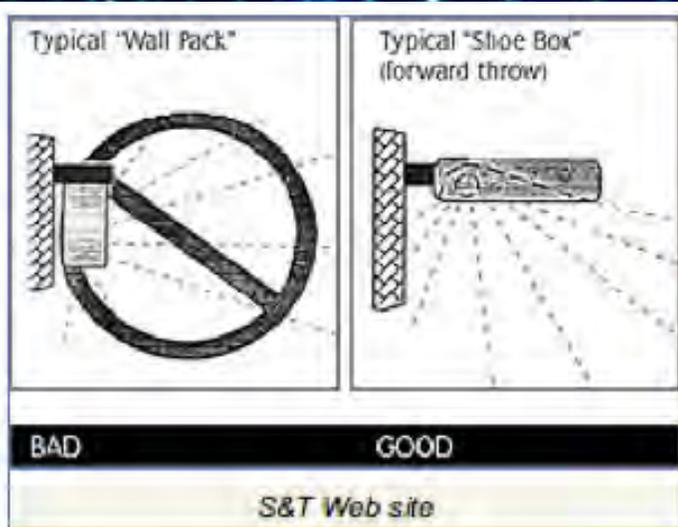
Known as just "Cutoff", Center "drop" or "sag" lens with or without exposed bulb, produces direct glare.



Forward-Throw Style: Exposed bulb in the forward direction produces some direct glare.

Reprinted with permission from the Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) © 2004. All rights reserved.

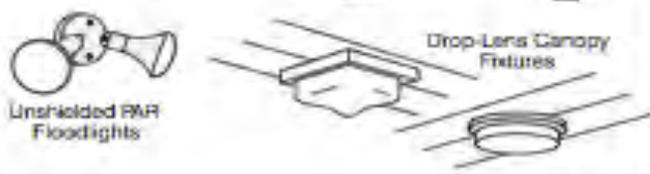
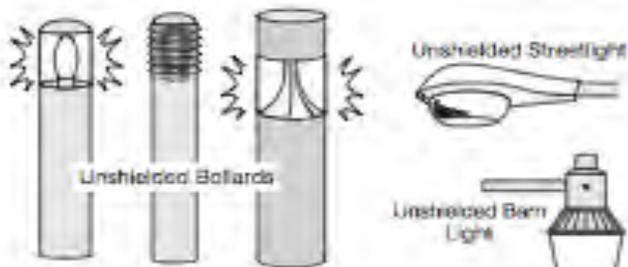
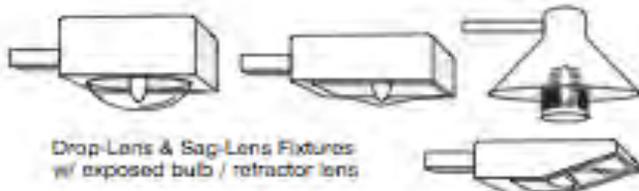
# Estrategias de Diseño



# Estrategias de Diseño

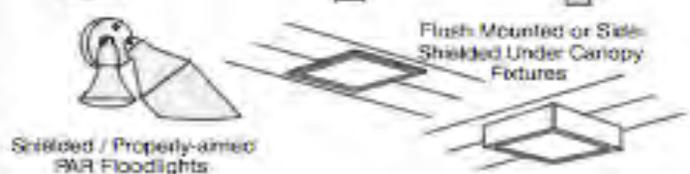
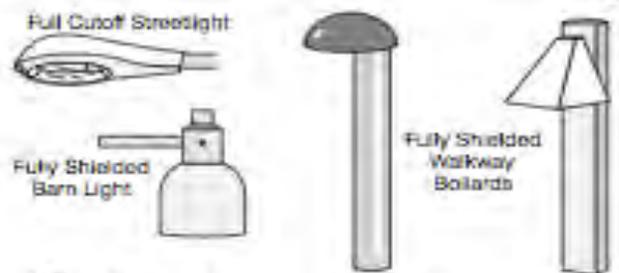
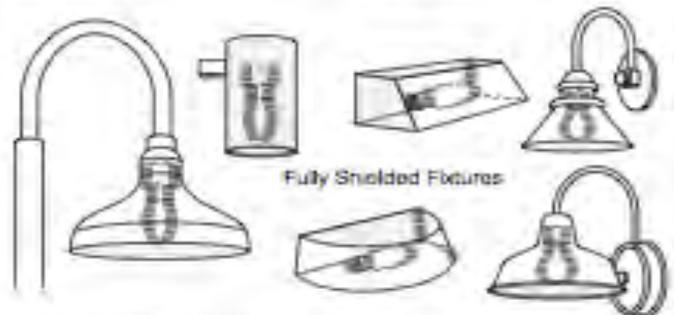
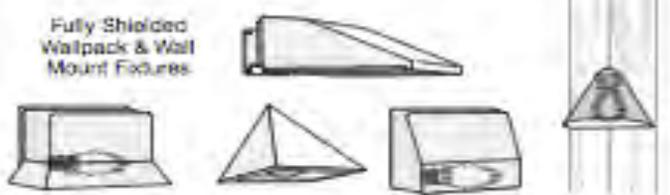
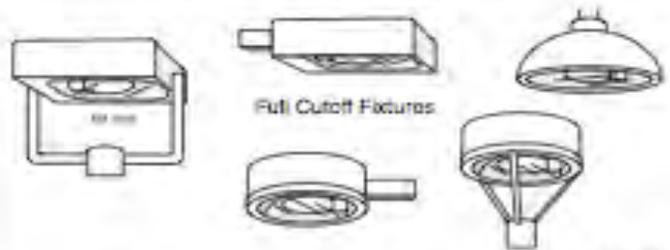
## Unacceptable / Discouraged

Fixtures that produce glare and light trespass



## Acceptable

Fixtures that shield the light source to minimize glare and light trespass and to facilitate better vision at night



Adapted by Bob Cahill 2005. Reprinted by the Town of Southampton, NY used with permission.

# Estrategias de Diseño



Instale película de sombra >45% en ventanas.

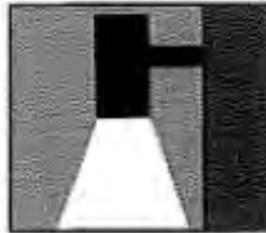
# Estrategias de Diseño

Recomendaciones para Minimizar la Iluminación del Exterior e Interior de las Edificaciones en la Costa

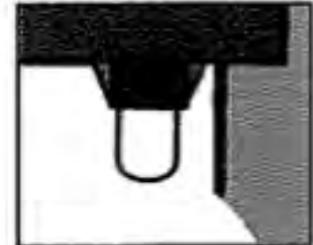
## Balcones e Interiores



Cierre las cortinas de las ventanas durante la noche.

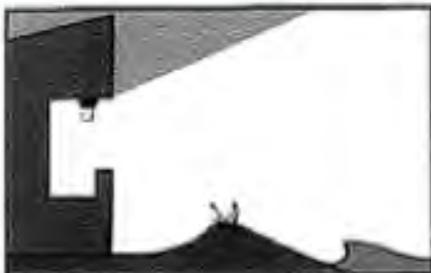


Utilice lámparas que dirijan la luz hacia abajo.

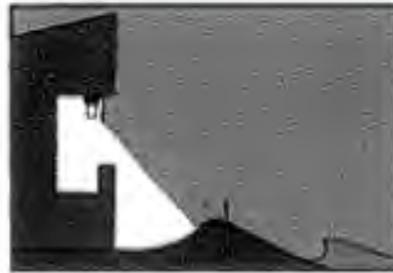


Coloque placas para reducir el ángulo de iluminación.

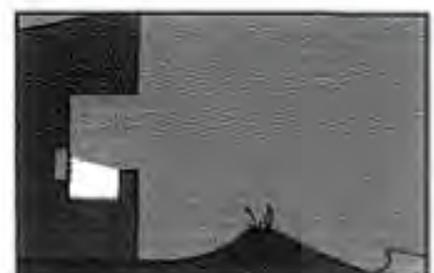
## Luces de Balcones y Terrazas



**Malo**



**Bueno**



**Mejor**

## Estacionamientos y/o Patios



**Malo**



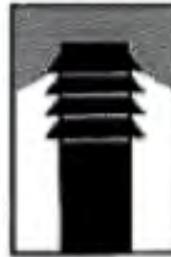
**Bueno**



**Mejor**

# Estrategias de Diseño

## Patios y Estacionamientos



Poste de 36 pulgs.

Utilice lámparas direccionales y baje la altura de los postes.



Desarrolle una barrera vegetal en la playa para evitar que la luz y el ruido afecte a las tortugas mientras anidan.

## Estrategias de Diseño

Para reducir emisiones nocturnas de paredes claras, se recomienda el uso de **bermas vegetativas** apilables contra las partes bajas de las paredes.



**Limitar el desarrollo** de estructuras en áreas expuestas y sin protección hacia los recursos naturales como bahías bioluminiscentes o áreas de anidar de tortugas.

## Estrategias de Diseño

Instalar **bolardos “full cut off”**, solares con bombillas LED (Light Emitting Diodes)



# Estrategias de Diseño

**Instalar reflectores de piso (“Ojos de Gato”) en pavimentos y reflectores de pared en lugar de lámparas o bolardos; no consumen electricidad y son más económicos.**



Reflector de pavimento

Reflector de muros

Reflector de barreras

## Estrategias de Diseño

**Diseñar los tragaluces para evitar la emisión de luz nocturna mediante la instalación de aditamentos (toldos, cortinas, etc) opacos, interiores y operables.**



# Estrategias de Diseño



**Preferenciar árboles deciduos de mucha fronda versus pinos columnares.**



Without Polarized Lense

With Polarized Lense

**Usar vidrios polarizados que se oscurecen**

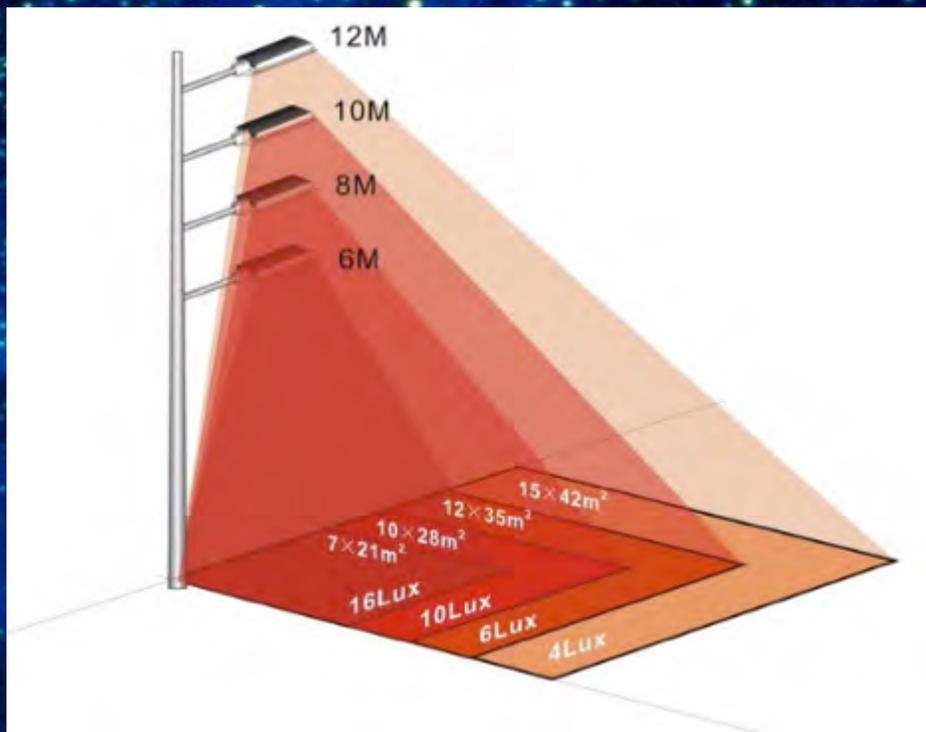
# Estrategias de Diseño

Limitar la **altura de las lámparas interiores** para mitigar contaminación luminocturna a través de ventanas y clerestorios.



# Estrategias de Diseño

Para controlar la intrusión lumínica es preferible usar más **postes bajos de menor potencia** que menos postes altos de mucha potencia.

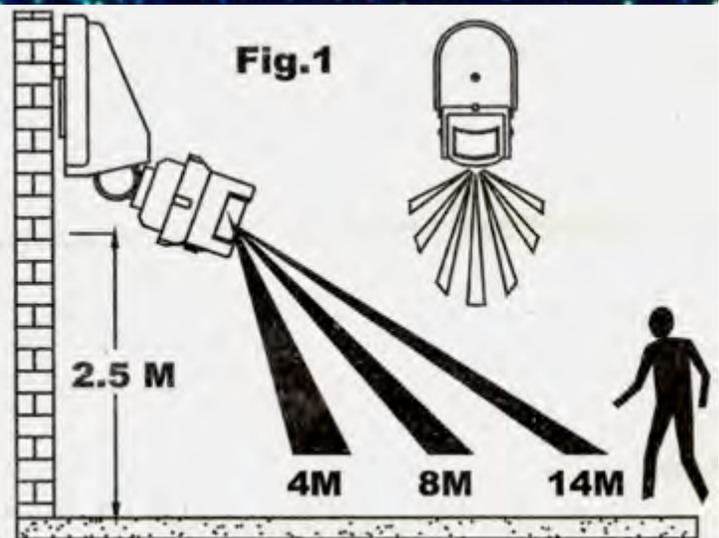


Especificar **ventanas opacas** (Ej.-celosías fijas) en las caras del edificio que miren hacia un lugar de protección especial.

Utilizar lámparas de alta eficiencia y **reducir niveles de iluminación IESNA hasta un 20%**.

# Estrategias de Diseño

Instalar **sensores de movimiento** para operar el encendido y apagado de luces en lugares estratégicos.



# Estrategias de Diseño

1. Apague o elimine luces innecesarias.
2. Evite luminarias de halógeno o Sodio de Alta Presión
3. Reemplace bombillas con unas de color amarillo, ambar o rojo de baja intensidad
4. Coloque escudos protectores en las luminarias para evitar el derrame o intrusión de luz a la costa u otros vecinos.
5. Evite lámparas cercanas a las ventanas
6. Instale película de sombra >45%

# Estrategias de Diseño



Apague o elimine luces innecesarias.

## Estrategias de Diseño

**Evitar pavimentos claros (hormigón) y oscuros (asfalto); el hormigón fomenta el rebote nocturno de la luz de postes, bolardos y otras luminarias creando “skyglow”. Para mitigar este efecto se recomienda el uso de sistemas de confinamiento celular con vegetación en áreas de rodaje y/o estacionamiento, (grass rings, geo blocks, grasscrete, otros)**



# Estrategias de Diseño

Paredes altas que sirvan de barrera a las invasiones de luz del exterior...



**La Casa Ausente, 1999**

Vega Alta, PR

# Estrategias de Diseño

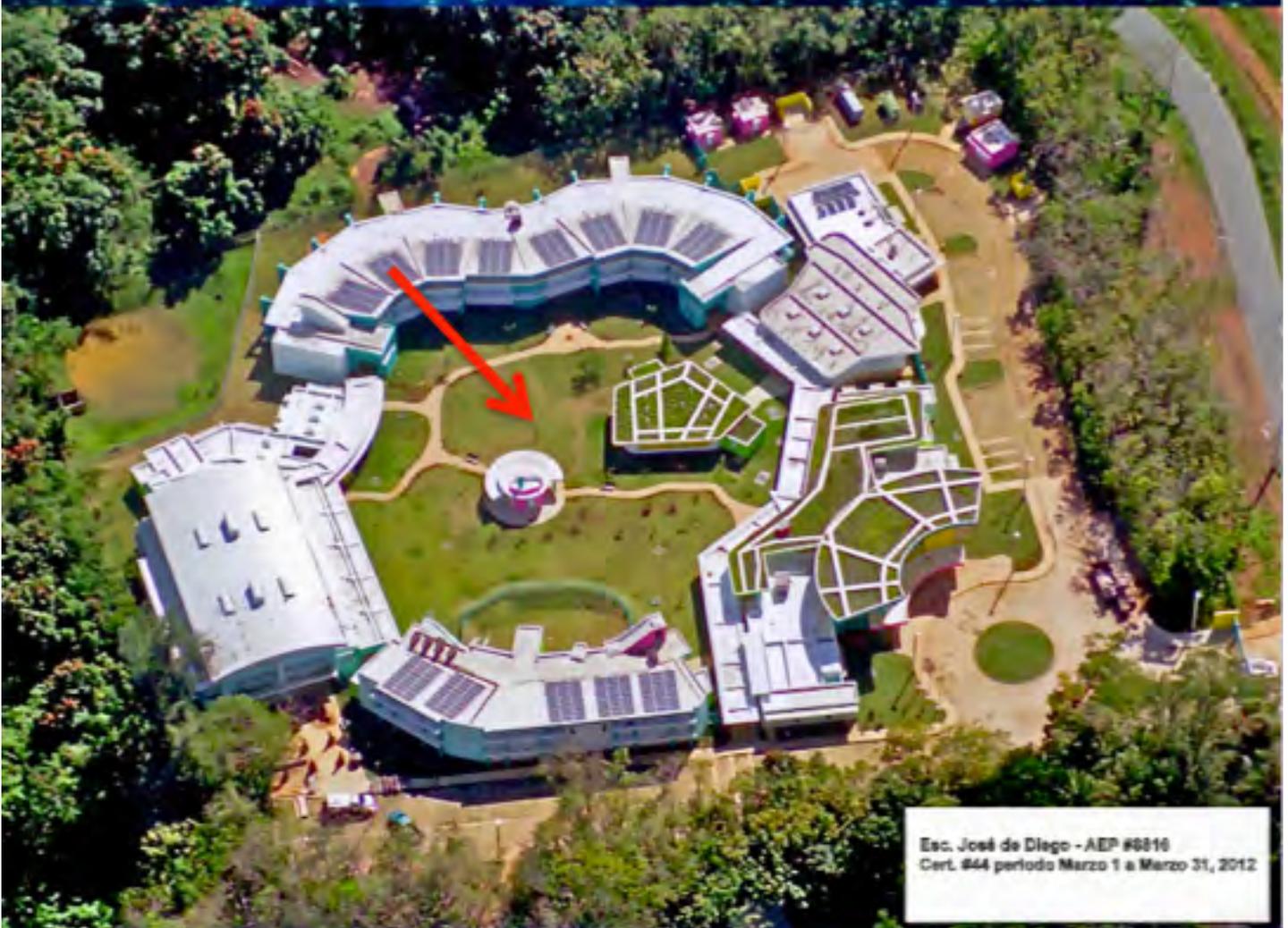
Patios oscuros (intencionalmente) al exterior y protegidos por otras estructuras aledañas...



**Eco Escuela de Culebra, 2006**

# Estrategias de Diseño

**Patios oscuros (intencionalmente) al exterior y protegidos por otras estructuras aledañas...**



**Eco Escuela de Dorado, 2012**

# Estrategias de Diseño

El uso de la luz de la Luna Llena como recurso ecoturístico...luz natural...Nocturna!!!



**Parque de la Luna Llena, 2008**

# Estrategias de Diseño



**Parque de la Luna Llena, 2008**

# Estrategias de Diseño



**Lámpara Lunar para noches de luna llena**  
**Casa del Horizonte, 2014**  
Lajas, PR

# Fotómetro, Luxómetro

(Megaman Lux Meter, Software digital para iPad y iPhone)

## MEGAMAN® LuxMeter

By Neonlite International Ltd.

Open iTunes to buy and download apps.

[View More by This Developer](#)



[View in iTunes](#)

Free

Category: Lifestyle

Updated: Mar 12, 2013

Version: 1.0.3

### Description

Have you ever been confused about which light source should be used to reach a satisfactory brightness level for a particular ambience? Or are you looking for an energy saving light source to replace your incandescent or halogen lamp? The MEGAMAN® LuxMeter provides practical

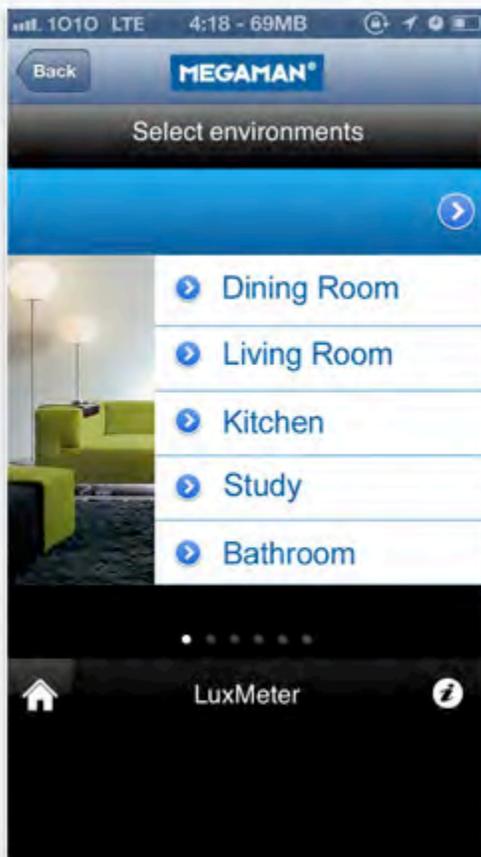
[MEGAMAN® LuxMeter Support](#)

### What's New in Version 1.0.3

Lamp Finder is simplified to allow you to obtain the eco-replacement bulbs more directly

優化節能燈泡的功能。讓您更快地直接取得節能燈泡的選擇

### iPhone Screenshot



# Loss of The Night

(Software digital para iPad y iPhone)

## PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA

### Loss of the night

By interactive scape GmbH

Open iTunes to buy and download apps.

[View More by This Developer](#)



#### Description

"Contribute to a world-wide citizen science project." (The Guardian)

"Find out exactly how bad the light pollution is." (Chandira Clarke, citizensciencecenter.com)

"The app couldn't be easier to use, and you can even learn different constellations along the way." (Nicholas Fordes,

[interactive scape GmbH Web Site](#) [Loss of the night Support](#)

[...More](#)

[View in iTunes](#)

+ This app is designed for both iPhone and iPad

Free

Category: [Education](#)

Released: Nov 12, 2014

Version: 1.1

Size: 14.2 MB

Languages: English, Arabic, Catalan, Czech, French, German, Hebrew, Italian, Japanese, Polish, Romanian, Simplified Chinese, Slovak, Spanish, Turkish

Seller: interactive scape gmbh

© 2014 Forschungsverbund Berlin e.V.

#### Screenshots

iPhone | iPad



Project information

User data

Tutorial

Start observing

News

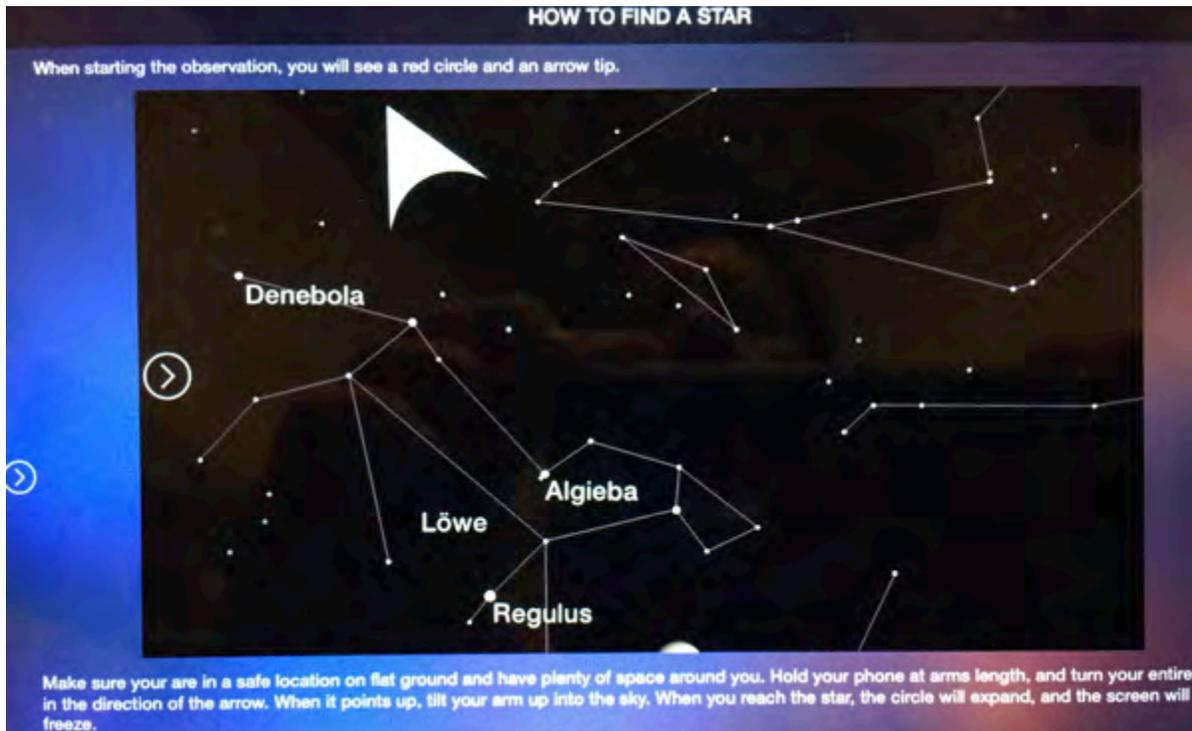
Submit data from

Feedback

# Loss of The Night

(Software digital para iPad y iPhone)

## PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA



# La Iluminación Ideal

La iluminación ideal será emitida por aquella lámpara o emisor que me ofrezca:

1. el nivel de iluminación apropiado (FC)
2. la más alta eficiencia: cantidad lumens/watt
3. con la vida útil más larga (Hrs)
4. en una luminaria tipo “Full Cut Off” y preferiblemente focalizada/dirigida.
5. que tenga buena reproducción de color
6. que su rango de ondas no le haga daño al ambiente (humanos, flora ni vida silvestre).
7. operada en lugares que no afecten los ciclos circadianos de los seres vivos
8. Que no moleste a mi vecino...y
9. encendida solo cuando sea necesario...



**...para poder ver  
las estrellas  
como la vieron  
los Tainos**

# Fin de esta presentación

Dr. Fernando Abruña, FAIA  
Abruña & Musgrave, Arquitectos  
107 San Sebastián, San Juan 00901

T: 787.724.0987

F: 787.724.0789

E: [abrrumus@gmail.com](mailto:abrrumus@gmail.com)

W: [abrunaandmusgrave.com](http://abrunaandmusgrave.com)

[www.usgbc-uscaribbean.org](http://www.usgbc-uscaribbean.org)

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