

I Jornada d'eficiència energètica de L'Estany i
II Seminari de la Xarxa de suport a les accions de sostenibilitat energètica



Enllumenat públic amb LED

Noves tecnologies i experiències municipals



Què és un LED? Tecnologies a usar en enllumenat públic

Francesc Cavaller. Representant d'ANFALUM

L'Estany,

17 de març de 2011



Ajuntament de l'Estany



**Diputació
Barcelona**

Àrea de Medi Ambient

Algunes xifres sobre els LED



- Crecimiento del mercado de LED's
 - 5100 M \$ (2008) A 14900 M\$ (2013)
- Crecimiento anual medio del 24 %
- Crecimiento anual después de la crisis 40%-50%
- La iluminación es la 2ª aplicación más grande para los LED's después de los "backlights"



Algunes xifres sobre els LED

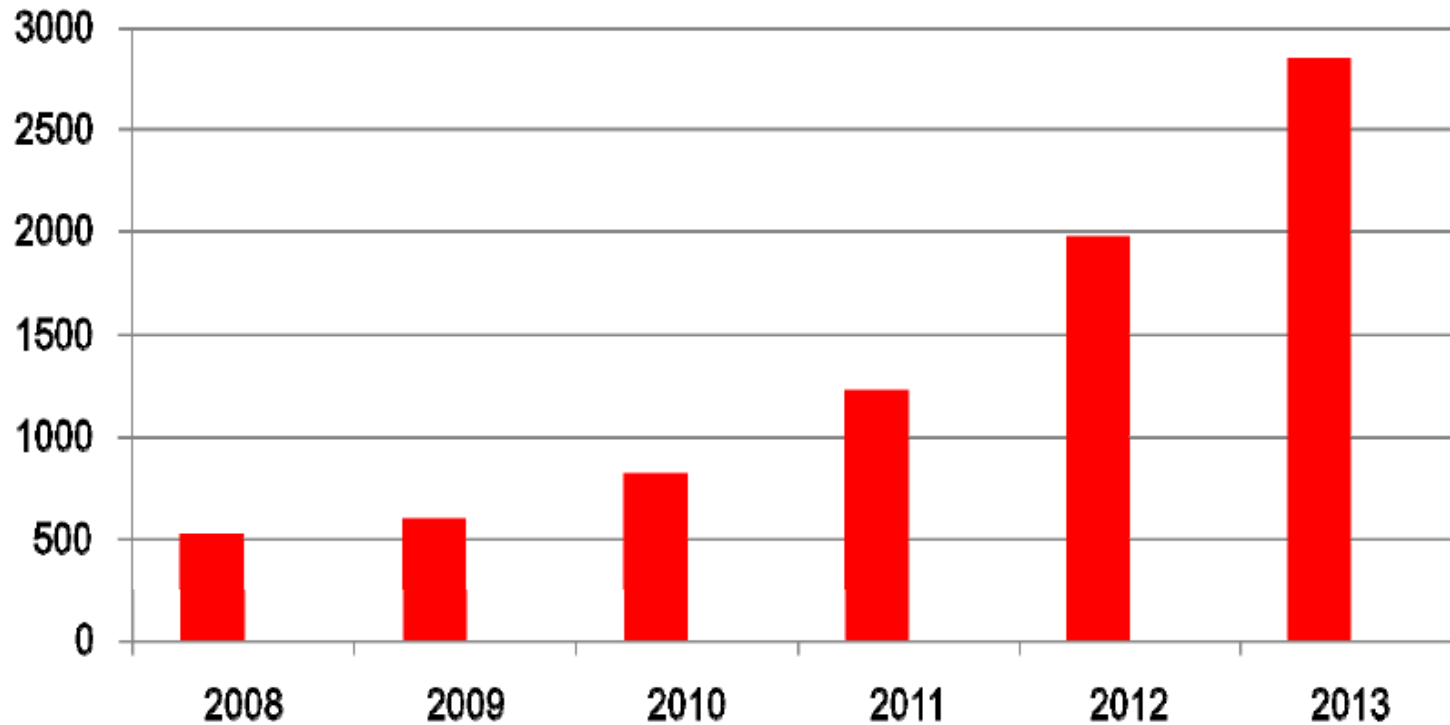
PREVISIONES DE CRECIMIENTO DE MERCADO POR APLICACIONES

APLICACION	2010	2013	
SUSTITUCION DE LÁMPARAS	99	1150	1060%
ARQUITECTURAL	274	618	225%
COMERCIAL/INDUSTRIAL	114	232	203%
EXTERIOR	63	221	351%
CARTELERIA	50	180	360%
RESIDENCIAL	20	99	495%
OTROS	201	348	173%
TOTALES	821	2848	346%



Algunes xifres sobre els LED

CRECIMIENTO DEL MERCADO DE LED's



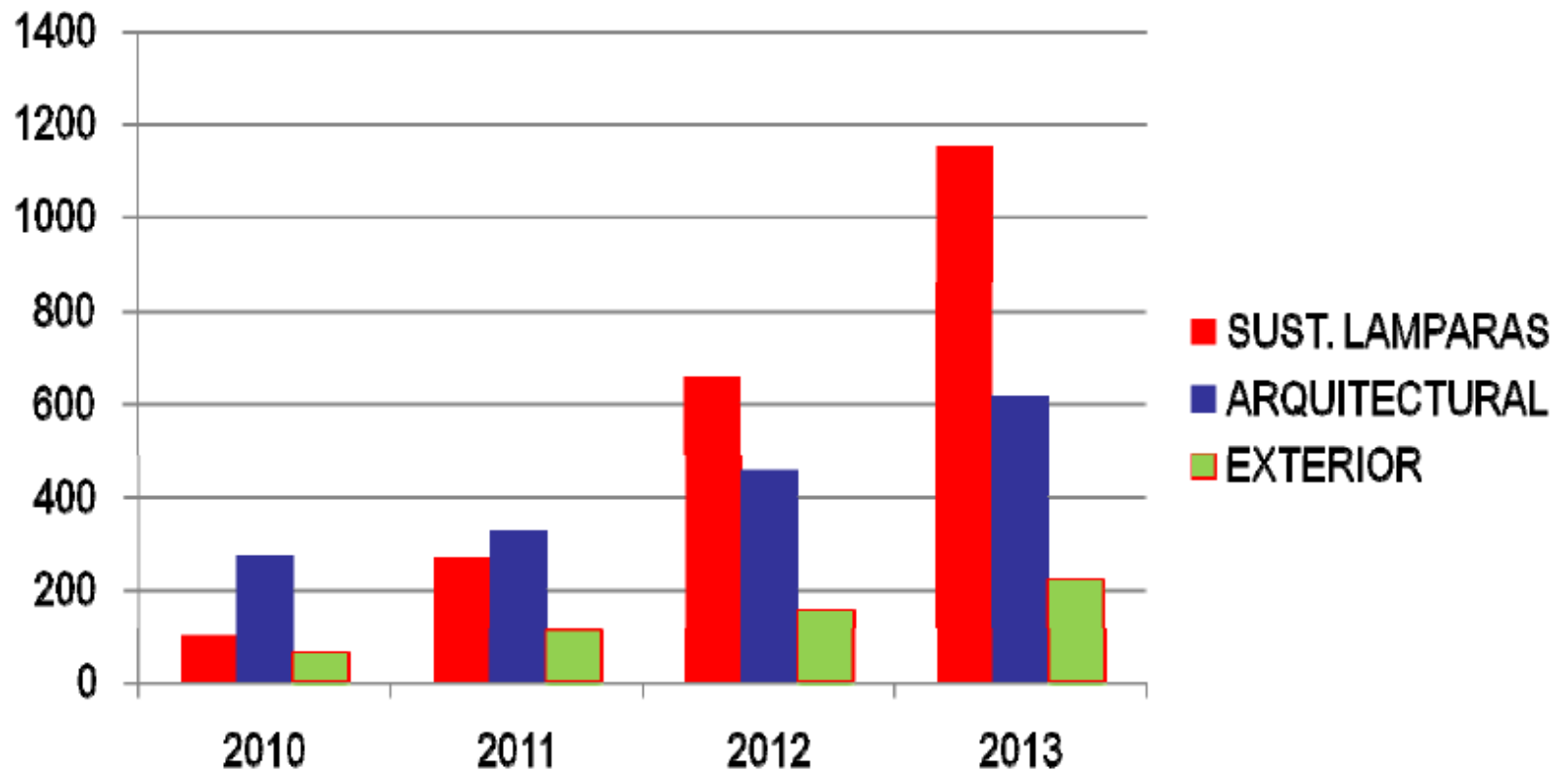
Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

Algunes xifres sobre els LED

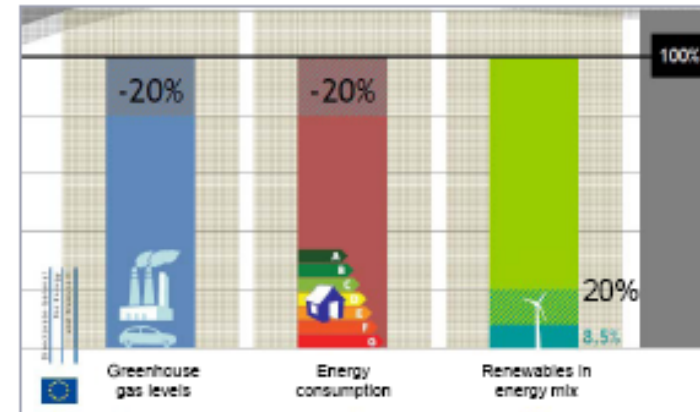


Algunes xifres sobre els LED



OBJETIVOS DE LA COMISION EUROPEA PARA EL 2020

- 20 % Reducción de CO₂
- 20 % Reducción del consumo eléctrico
- 20 % Del suministro energético de energías renovables



- El alumbrado consume el 15 % de toda la electricidad ó 180 Mtd CO₂ por año dentro de la UE

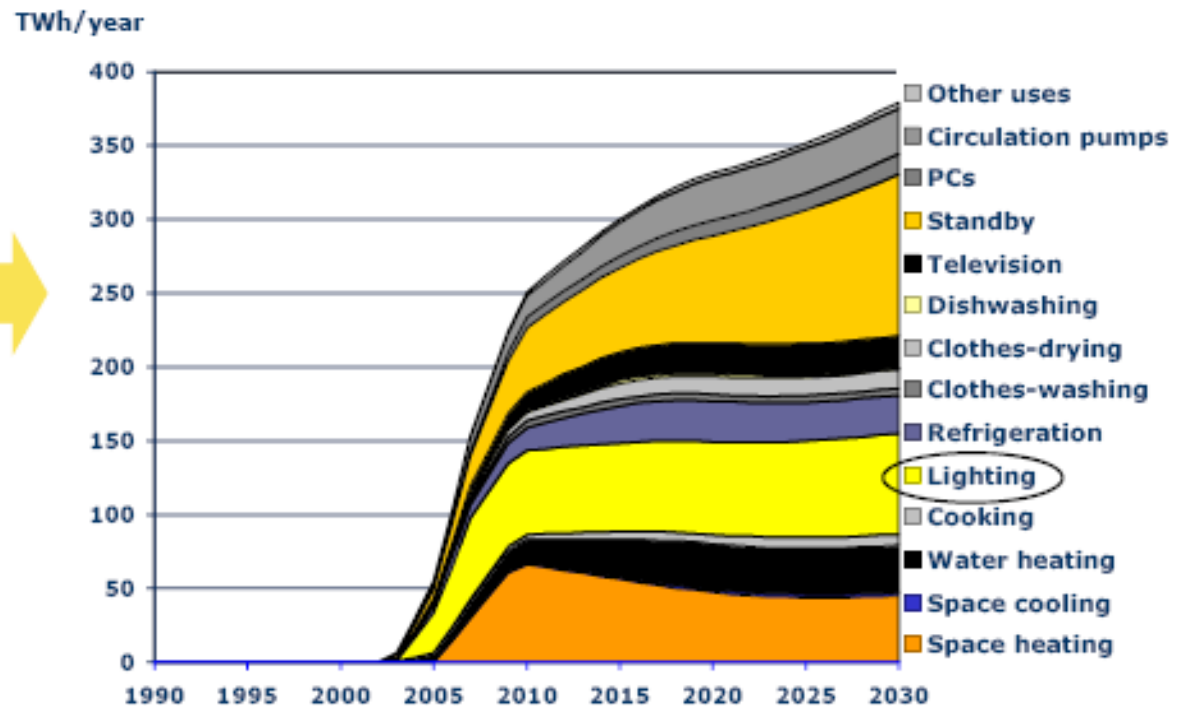


Algunes xifres sobre els LED

EL ALUMBRADO, 2º SECTOR CON MAYOR POTENCIAL DE AHORRO

Projected potential electrical energy savings by end-use (domestic) through using more energy efficient products....

Source IEA



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

CALIDAD Vs EFICIENCIA



LEDs, principis físics i singularitats

Factors de determinació per la seva selecció en enllumenat exterior i interior



Ajuntament de l'Estany

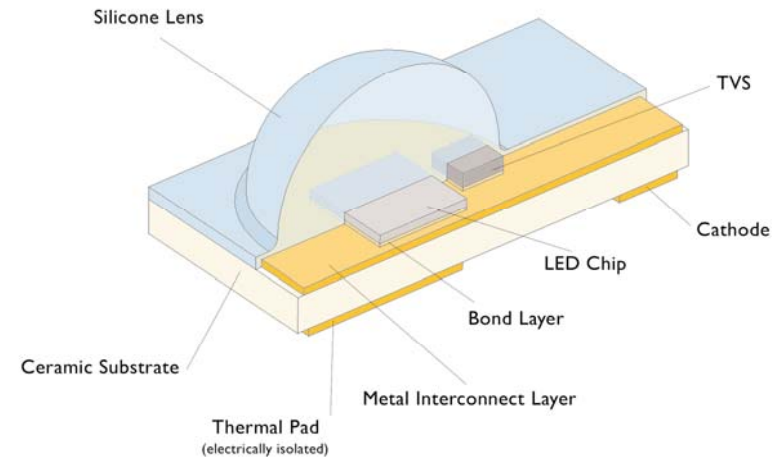
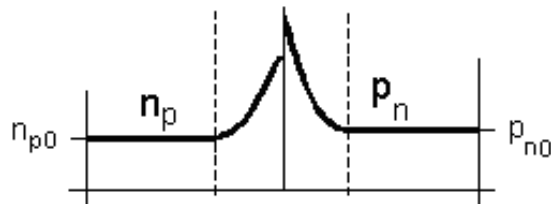
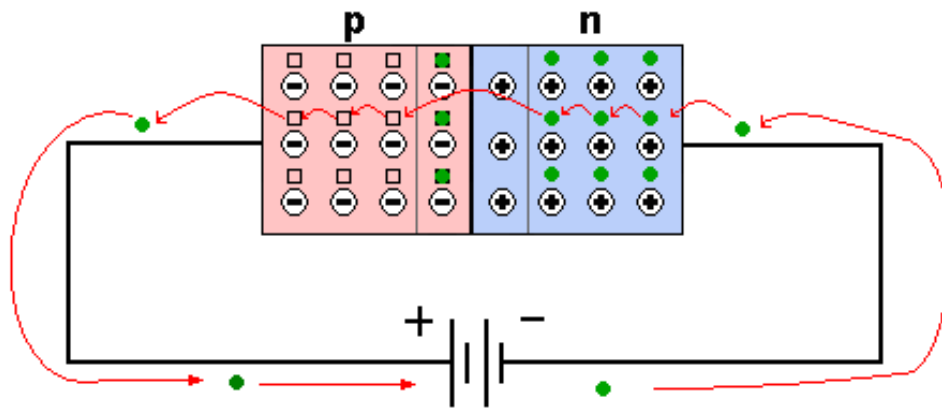


Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

El LED (Light Emitting Diode) es una unió PN (semiconductor) que emite luz por electroluminiscencia en una o más longitudes de onda cuando es polarizado correctamente.

El material semiconductor empleado en la fabricación del diodo es el responsable del color de la luz que emitirá



Algunes principals marques de LEDs:

Lumileds

Osram

Cree

Nichia

Samsung

Rebel

Golden Dragon

XR

NS

SPHW

LUMILEDS
LIGHT FROM SILICON VALLEY



OSRAM



CREE



NICHIA



SAMSUNG



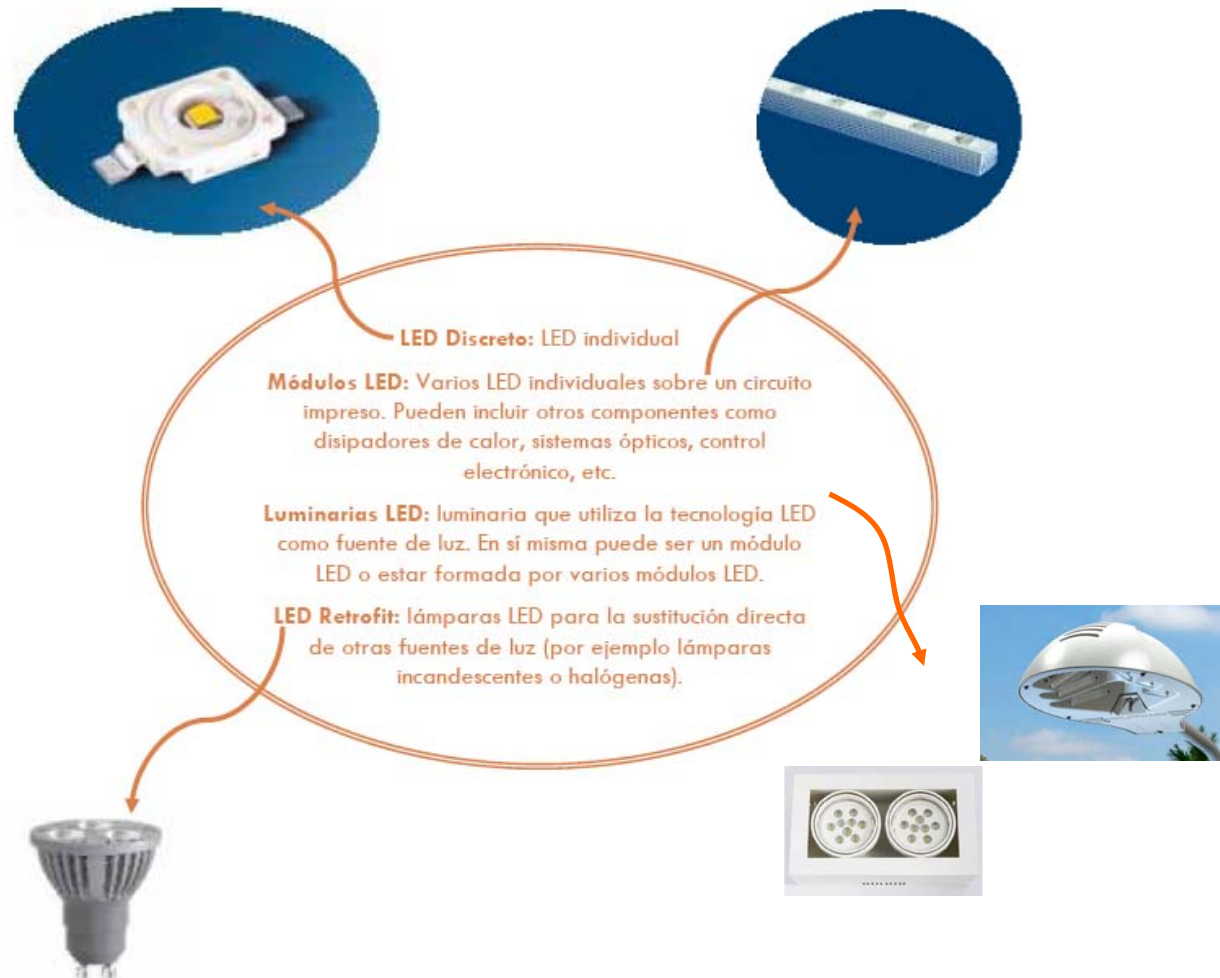
Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

El LED se puede presentar de varias formas



EFICACIA DE UN LED

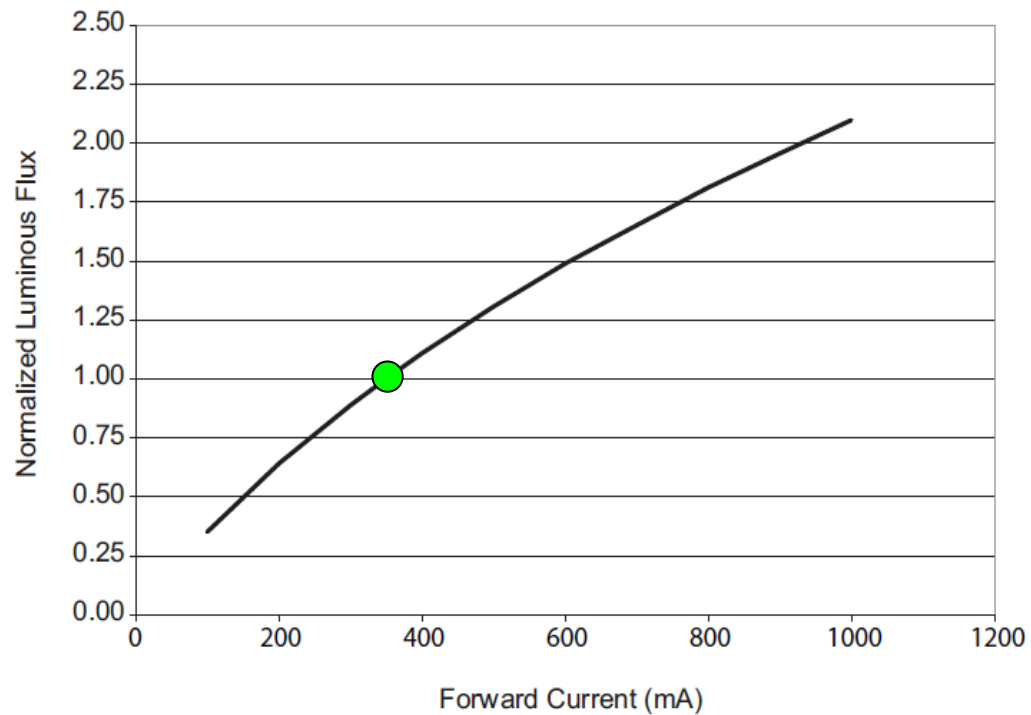
El LED se alimenta con corriente continua y constante !!!.

Corrientes estándar de conducción: 350mA, 500mA, 700mA, 1Amp y 1.5Amp

Regulación (0-100%), mediante PWM (Modulación de ancho de pulso)

La eficacia del LED depende de su corriente de alimentación

Relación Flujo vs Corriente



EFICACIA DE UN LED

Eficacia de LED vs Otras Lámparas *

Tipo de luz	Lm / W (Datasheet)	Lm / W (Usable)	Tiempo de vida [hrs]	CRI
Incandescencia	15	12	500	90
Halógena	20	16	1.200	100
Halogenuros Metálicos	70-90	56-72	12.000	85
Fluorescente	60-90	39-60	8.000	80
Sodio Baja presión	120-150	84-105	16.000	25
Sodio Alta presión	95-130	76-96	28.000	45
Led	90-120	70-90	> 50.000	>75

* Según el estado de la tecnología hoy



Ajuntament de l'Estany



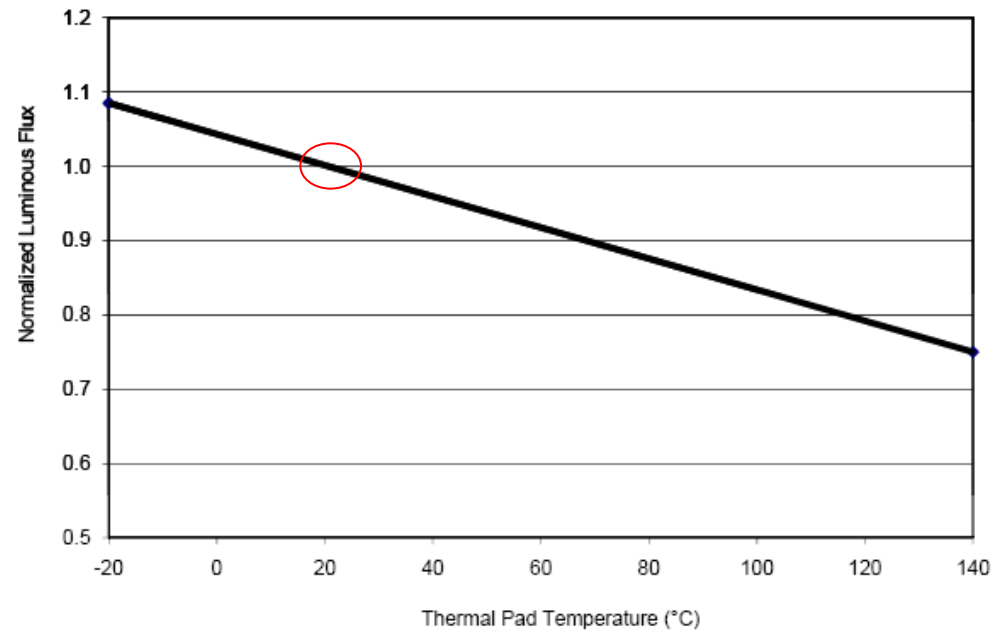
Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

LA IMPORTANCIA DE LA TEMPERATURA EN SU EFICACIA

La eficacia del LED es inversamente proporcional a su temperatura, a más calor menos luz.... al contrario que una lámpara de descarga!!!!

Relación Flujo vs Temperatura



El dato de la eficacia (lm/W) del diodo LED individual se da para temperatura de unión (Tj) de 25°C, que son condiciones de laboratorio no de funcionamiento real en luminaria

Es el dato que da el fabricante del diodo LED en su catálogo



Ajuntament de l'Estany



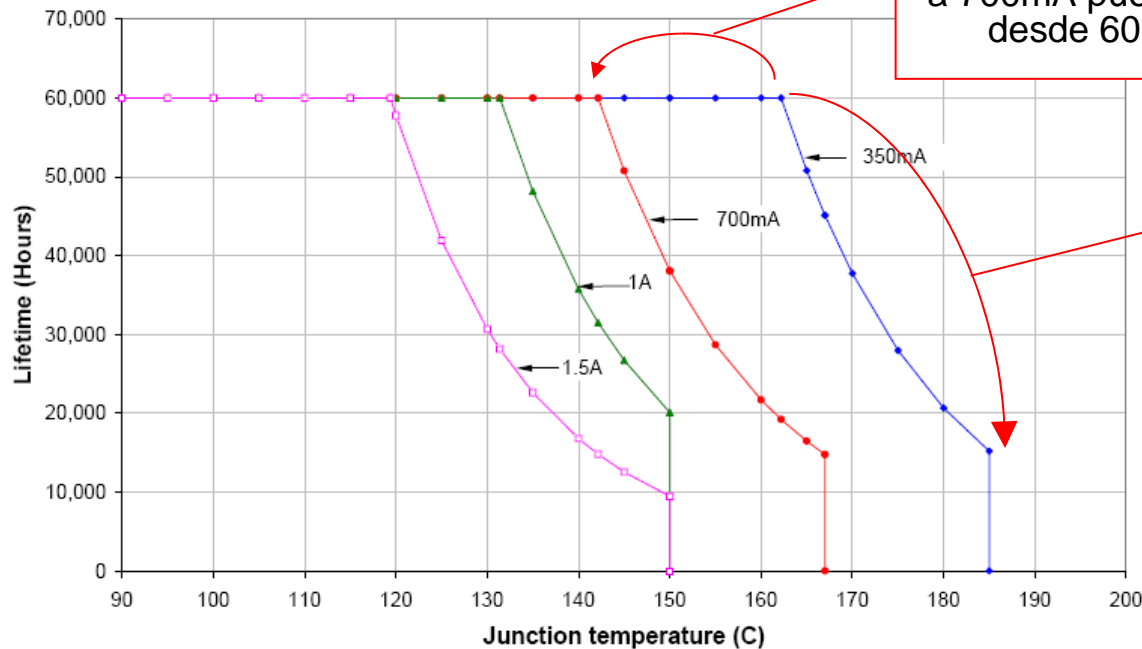
Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

LA IMPORTANCIA DE LA TEMPERATURA EN SU VIDA UTIL

Relación Vida útil L70 vs Temperatura y corriente

Vida útil y vida media del LED



Doblar la intensidad de alimentación de 350 a 700mA puede acortar la vida útil del LED desde 60.000 horas a 18.000 horas

30° de incremento de temperatura pueden hacer variar la vida de un LED desde 60.000 horas a 15.000 horas



El conjunto de LEDs, su refrigeración, su alimentación y su asociación con la luminaria han de diseñarse para mantener las condiciones de funcionamiento adecuadas

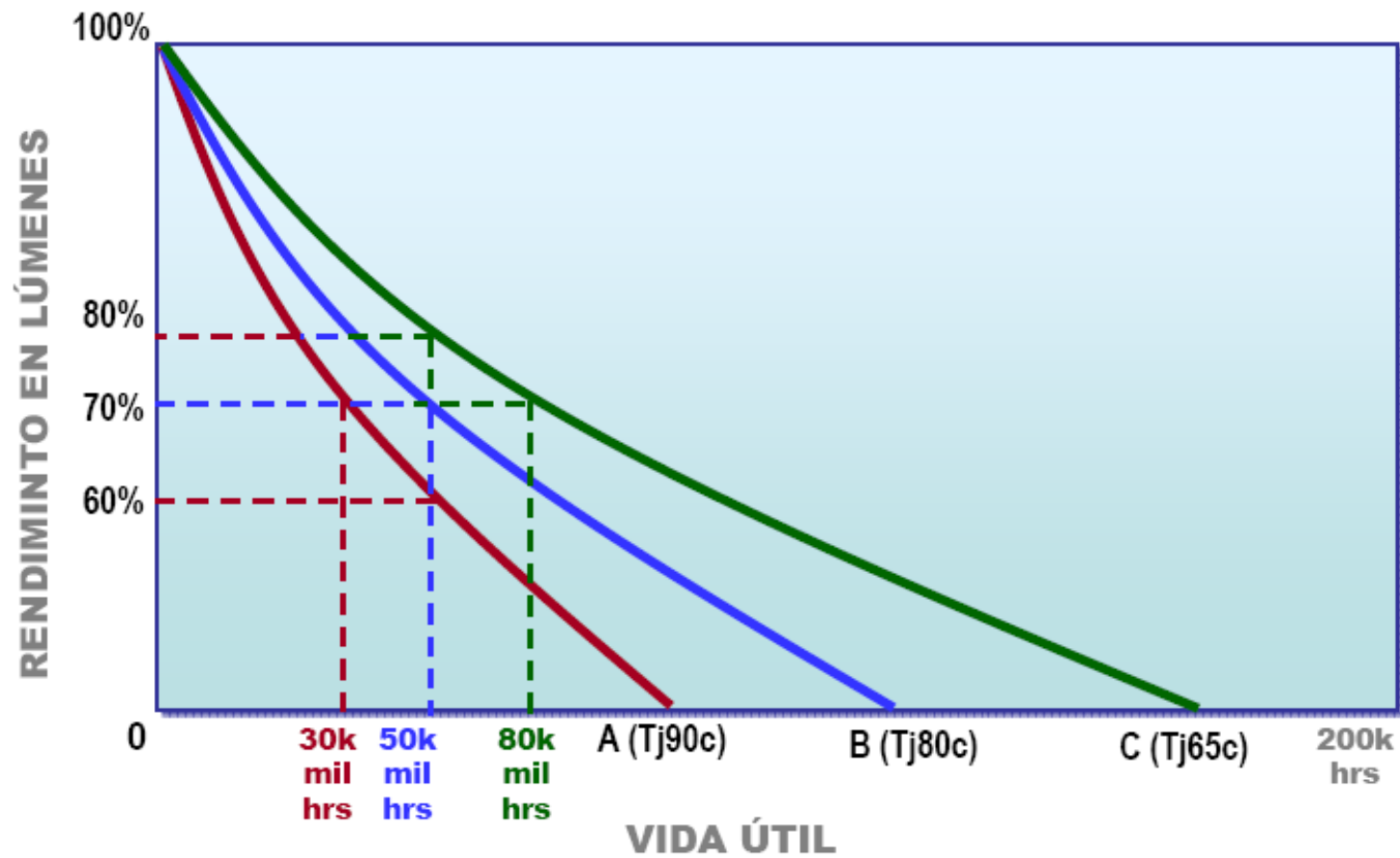
Fig. 5: B50, L70 lifetime data across current and temperature variables for K2 LED

El LED siempre tendrá inferior vida útil e inferior vida media que la indicada por el fabricante del diodo, a no ser que en condiciones de funcionamiento dentro de la luminaria se mantenga la Tj a 25°C



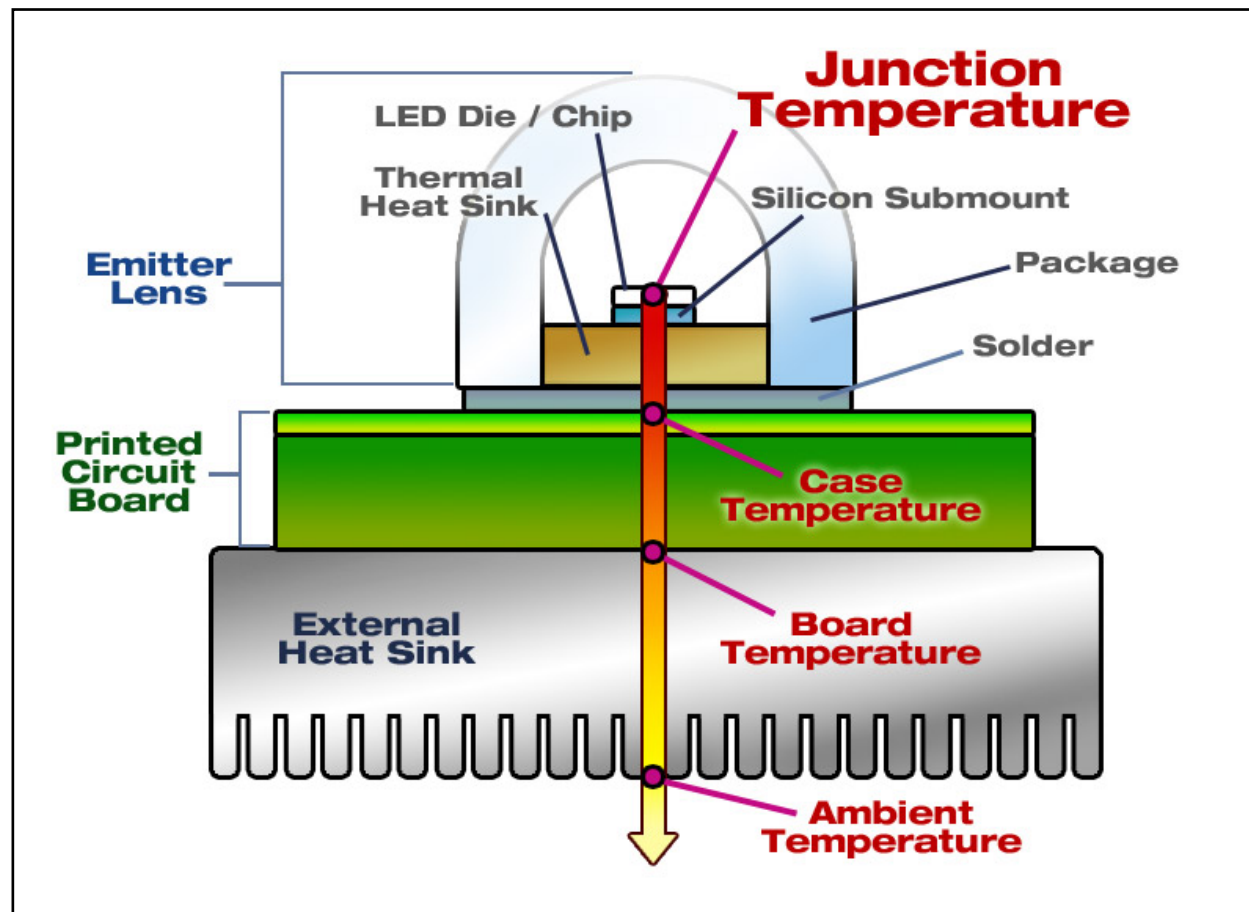
RELACIÓN FLUJO Y VIDA UTIL RESPECTO A LA TEMPERATURA Tj

Temperatura Tj = temperatura punto de unión LED

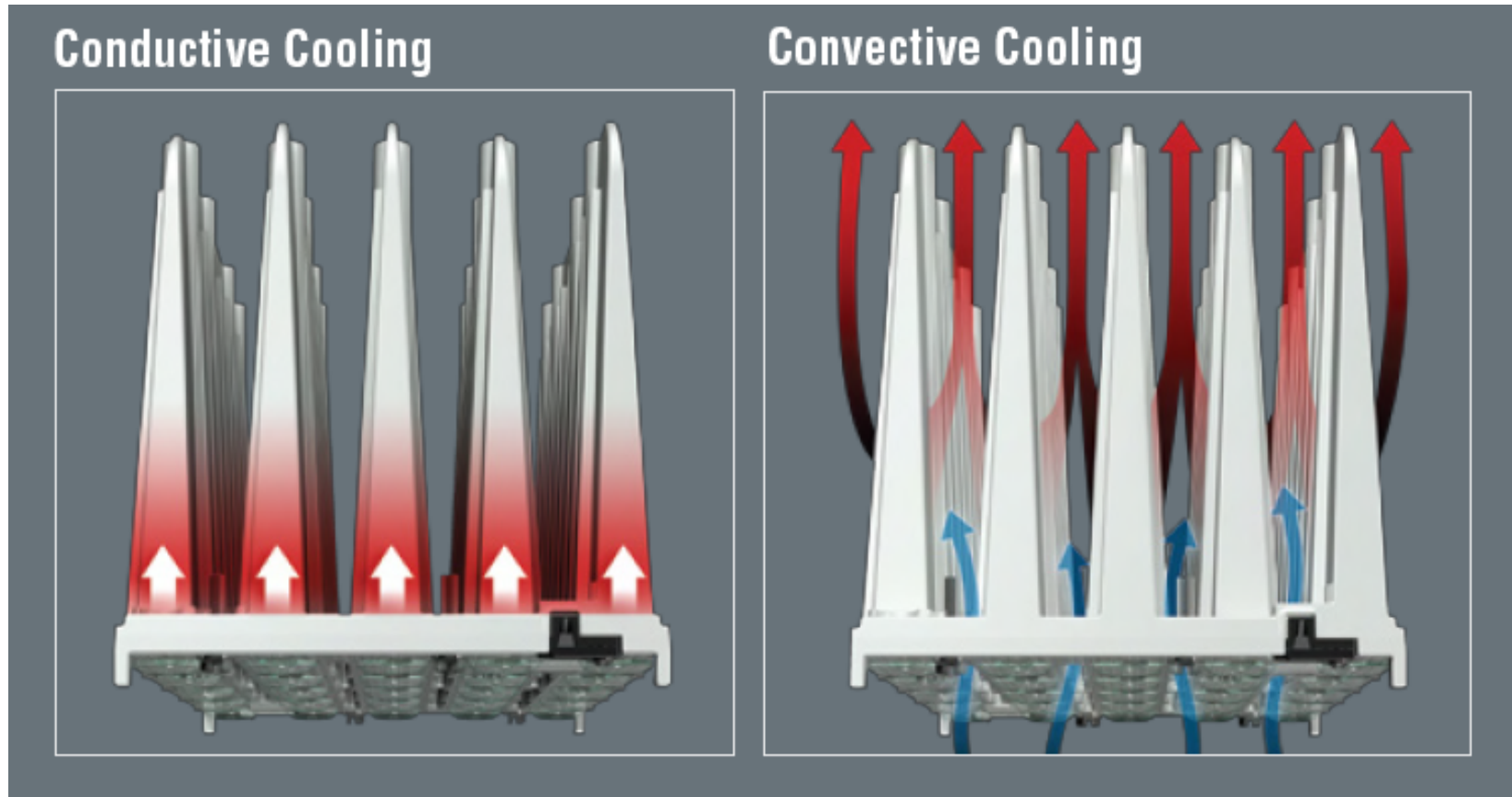


LA TEMPERATURA T_j

La temperatura de la unió (T_j), de la que depende de la eficacia lumínica del LED, se ve afectada por la temperatura de la placa del circuito electrónico, por la temperatura del disipador y por la temperatura ambiente



DISIPACIÓ DEL CALOR: GESTIÓ TÈRMICA



OBJETIVO: Mantener la Tj lo más baja posible



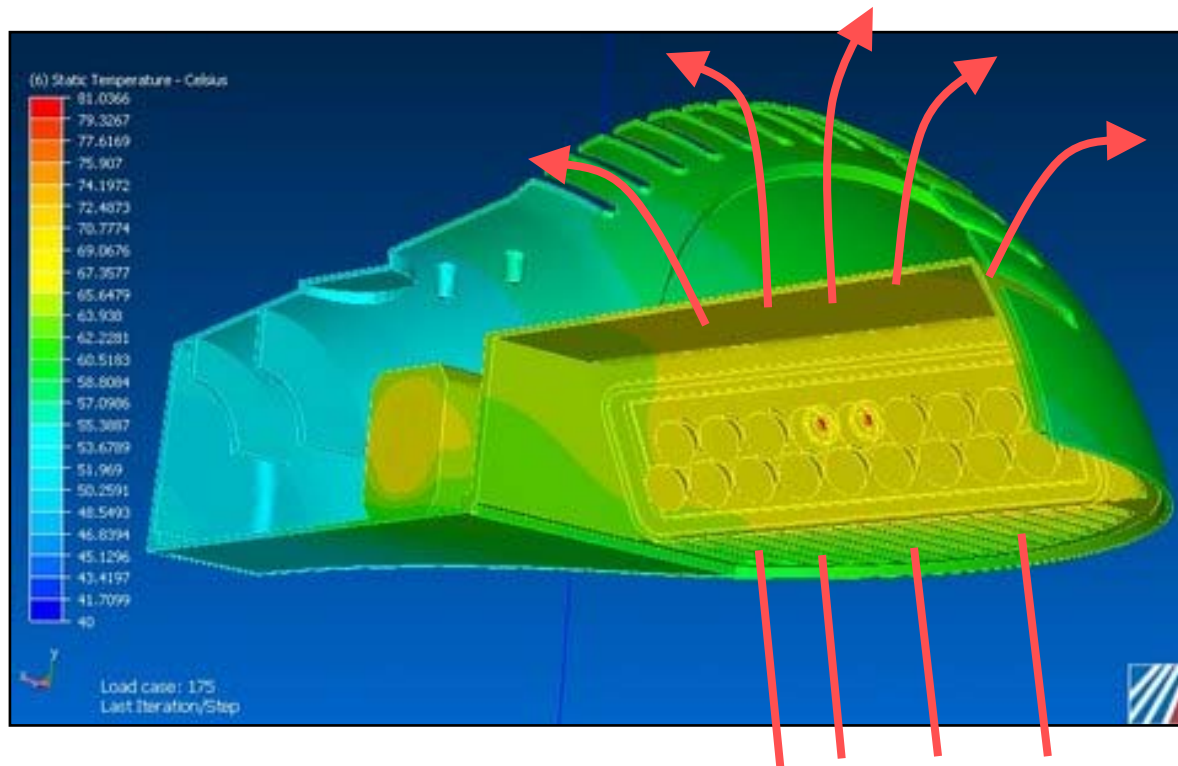
Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

DISIPACIÓ DEL CALOR: GESTIÓ TÈRMICA



Es necesario disipar calor ¡también durante el día, con la luminaria apagada!



LA EFICACIA DEL LED

(Atención!, los fabricantes de LEDs suelen dar el dato de lm/LED, no el de lm/W)

Actualmente la máxima eficacia del LED blanco está en torno a los 120-150 lm/W

Color	CCT Range		Base Order Codes Min Luminous Flux @ 350 mA (lm)		Order Code
	Min.	Max.	Group	Flux (lm)	
Cool White	5,000 K	8,300 K	R2	114	XPGWHT-L1-0000-00E51
			R3	122	XPGWHT-L1-0000-00F51
			R4	130	XPGWHT-L1-0000-00G51
			R5	139	XPGWHT-L1-0000-00H51
Outdoor White	4,000 K	5,300 K	R2	114	XPGWHT-01-0000-00EC2
			R3	122	XPGWHT-01-0000-00FC2
			R4	130	XPGWHT-01-0000-00GC2
Neutral White	3,700 K	5,000 K	Q5	107	XPGWHT-L1-0000-00DE4
			R2	114	XPGWHT-L1-0000-00EE4
			R3	122	XPGWHT-L1-0000-00FE4
80-CRI White	2,600 K	4,300 K	Q3	93.9	XPGWHT-H1-0000-00BE7
			Q4	100	XPGWHT-H1-0000-00CE7
			Q5	107	XPGWHT-H1-0000-00DE7
Warm White	2,600 K	3,700 K	Q3	93.9	XPGWHT-L1-0000-00BE7
			Q4	100	XPGWHT-L1-0000-00CE7
			Q5	107	XPGWHT-L1-0000-00DE7
85-CRI White	2,600 K	3,200 K	P4	80.6	XPGWHT-P1-0000-009E7
			Q2	87.4	XPGWHT-P1-0000-00AE7
			Q3	93.9	XPGWHT-P1-0000-00BE7
90-CRI White	2,600 K	3,200 K	P4	80.6	XPGWHT-U1-0000-009E7
			Q2	87.4	XPGWHT-U1-0000-00AE7

*Estos datos son de laboratorio, midiendo la luz emitida por el led en un encendido instantáneo a temperatura de laboratorio, 25°C, no en la luminaria
La previsión es que en 5 años duplique esta eficacia*



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

BALANCE ENERGÉTICO DEL LED

Relative Power Conversion for “White” Light Sources

	Incandescent [†] (60W)	Fluorescent [†] (Typical linear CW)	Metal Halide [‡]	LED*
Visible Light	8%	21%	27%	20-30%
IR	73%	37%	17%	~ 0%
UV	0%	0%	19%	0%
Total Radiant Energy	81%	58%	63%	20-30%
Heat (Conduction + Convection)	19%	42%	37%	70-80%
Total	100%	100%	100%	100%

[†] IESNA Handbook [‡] OSRAM SYLVANIA

* Varies depending on LED efficacy. This range represents best currently available technology in color temperatures from warm to cool. DOE's SSL Multi-Year Program Plan (Mar 2009) calls for increasing extraction efficiency to more than 50% by 2025.

Las luminarias de LED también tienen el consumo adicional en la electrónica y drivers que precisan para su funcionamiento

*Este consumo puede alcanzar hasta un 25% o más del consumo propio de los LEDs
El consumo total de la luminaria es el dato más relevante y el que es necesario conocer*



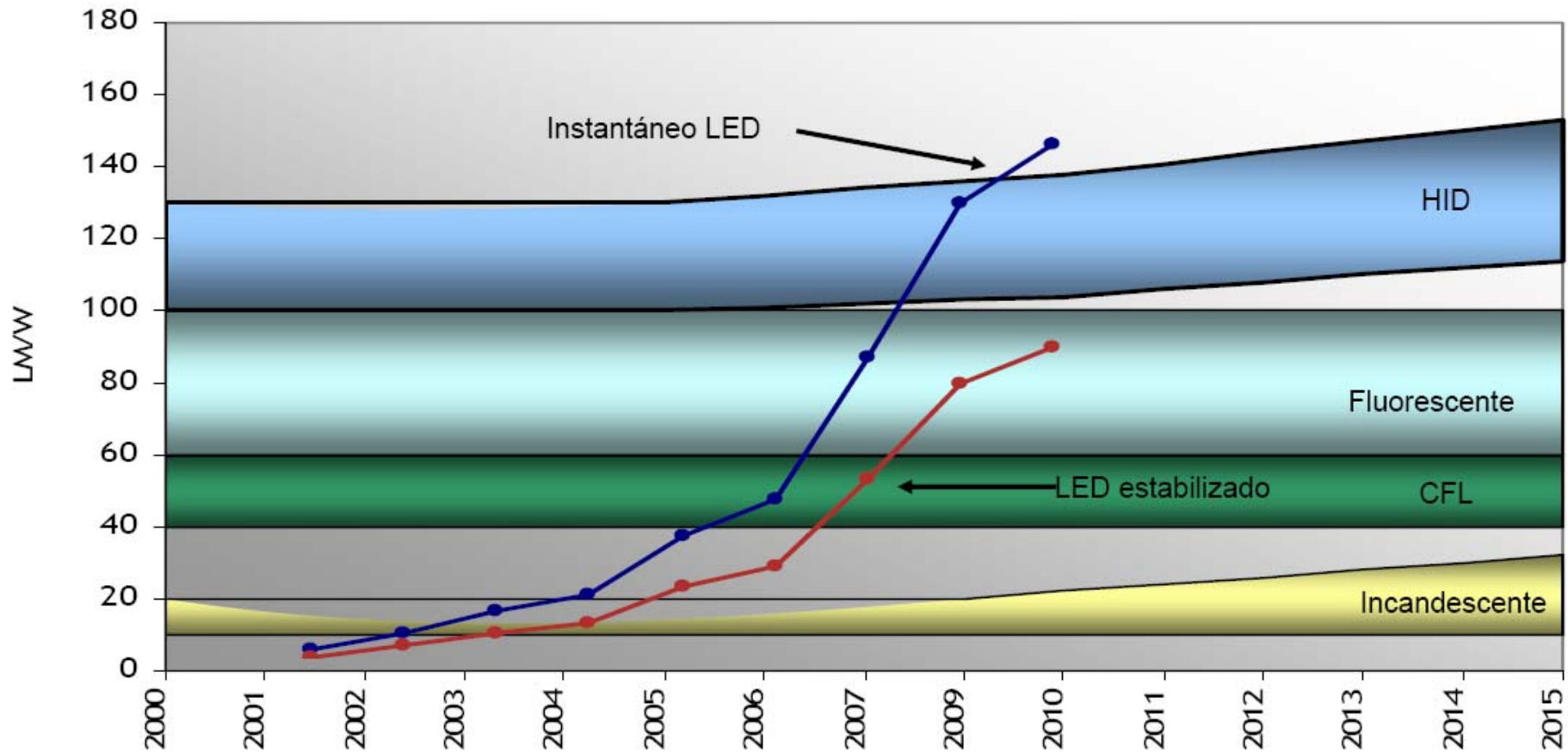
Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

EFICACIA DEL LED vs OTRAS LÁMPARAS



Ajuntament de l'Estany



* Según el estado de la tecnología hoy



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

EFICACIA DEL LED vs OTRAS LÁMPARAS *

Tipo de luz	Lm / W (Datasheet)	Lm / W (Usable)**	Tiempo de vida [hrs]	CRI
Incandescencia	15	12	500	90
Halógena	20	16	1.200	100
Halogenuros Metálicos	70-90	56-72	12.000	85
Fluorescente	60-90	39-60	8.000	80
Sodio Baja presión	120-150	84-105	16.000	25
Sodio Alta presión	95-130	76-96	28.000	45
Led	90-120	70-90	> 50.000	>75

* Según el estado de la tecnología hoy, marzo 2011

** Usable significa que es luz que ya ha “salido” de la luminaria hacia su “objetivo”



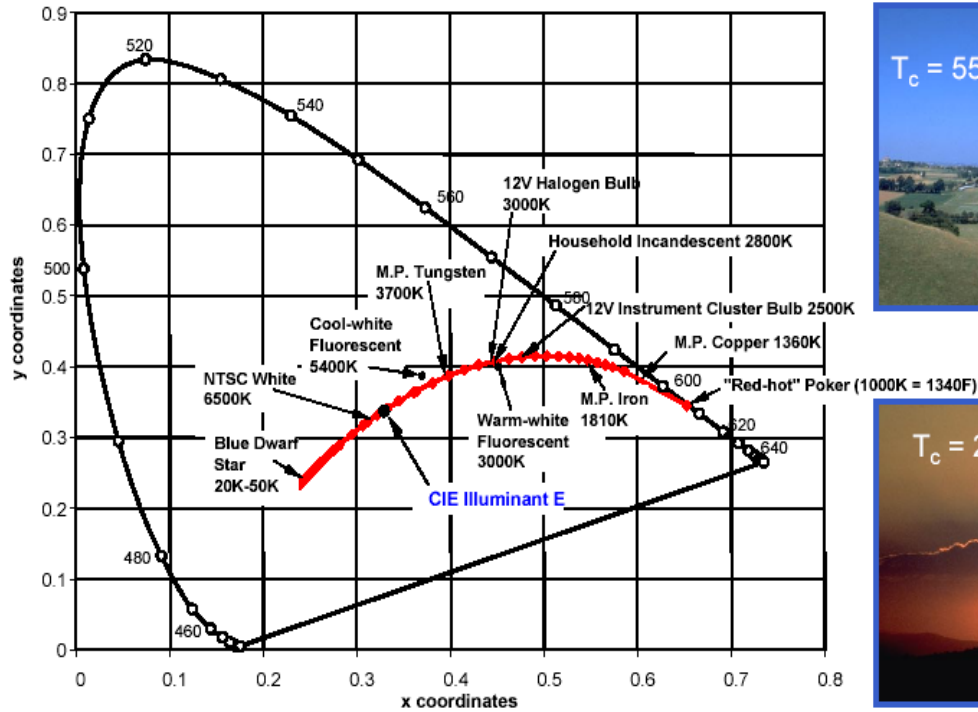
Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

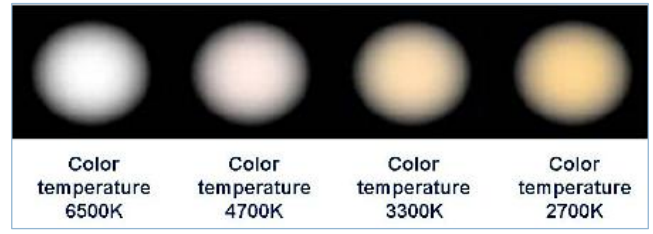
Àrea de Medi Ambient

EL COLOR DE LA LUZ BLANCA DEL LED: temperatura de color °K



Temperatura de Color nominal	CRI (Típico)	Flujo (Típico)
2700K	85	73
3000K	85	77
3000K	90	66
3500K	85	80
4000K	70	105
4000K	85	85
5000K	70	105
5700K	70	105
6500K	70	105

T° interna: 25°C



A mayor temperatura de Color mayor rendimiento, peor IRC y mayor sensación de luz fría



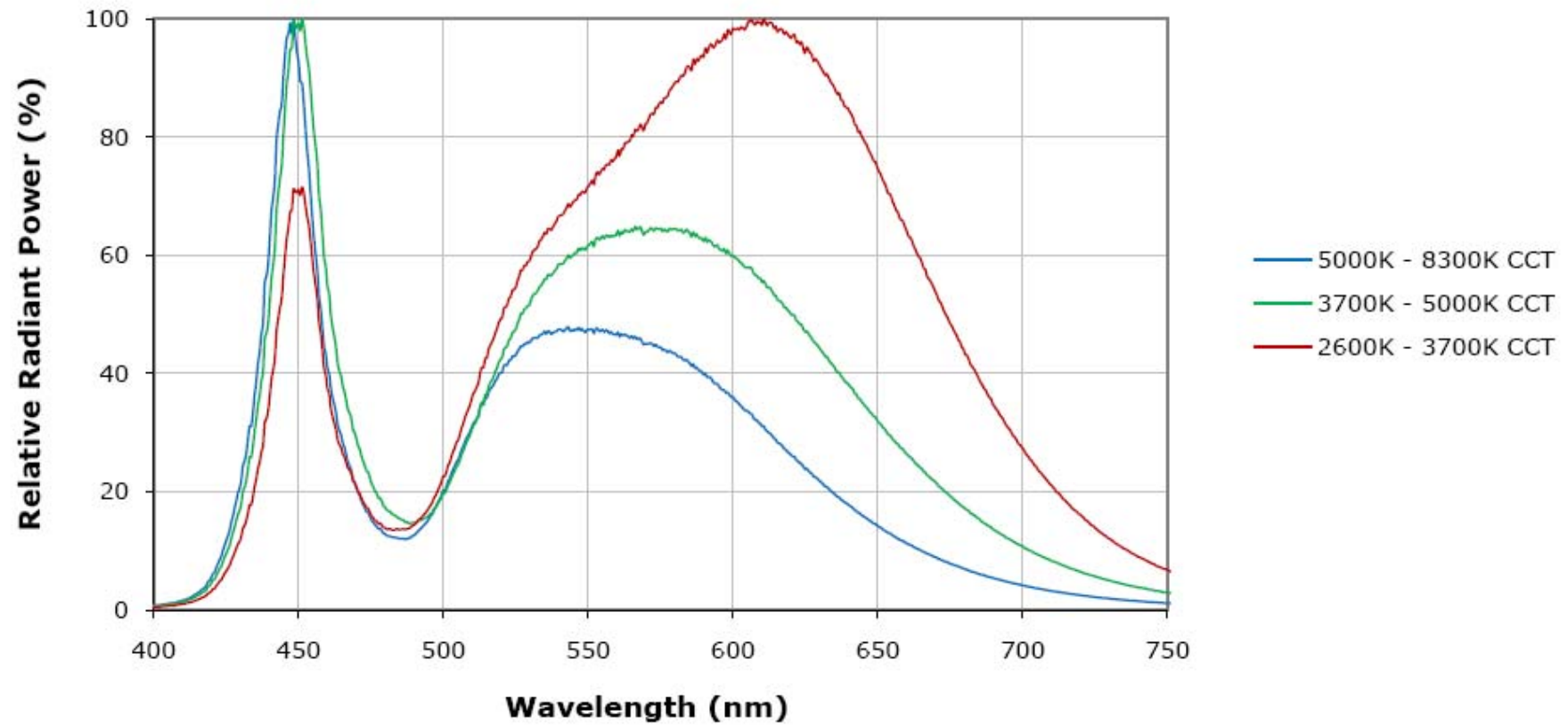
Ajuntament de l'Estany



Diputació Barcelona

Àrea de Medi Ambient

EL ESPECTRO DE EMISIÓN DEL LED



Ajuntament de l'Estany



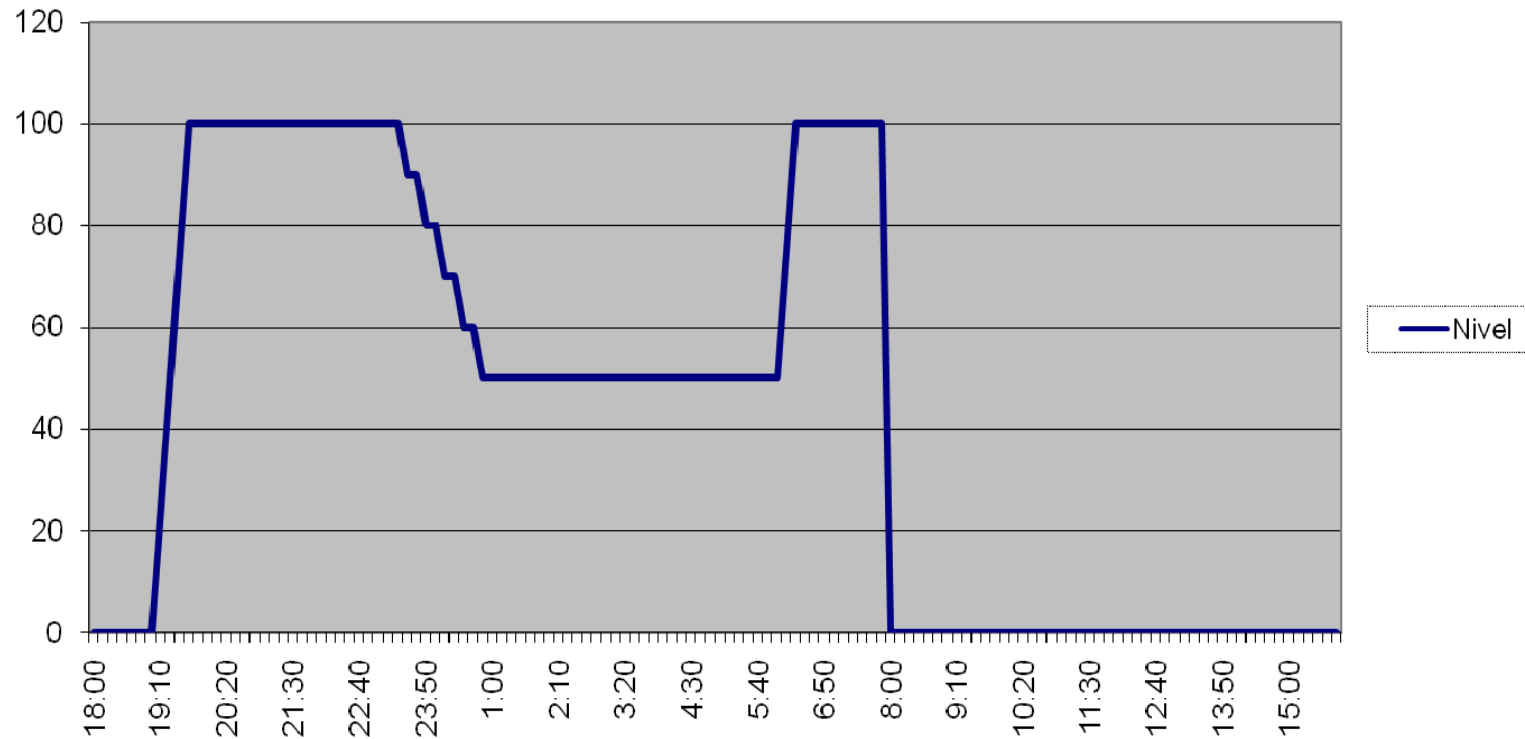
Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

LA REGULACIÓN DEL LED

LED: 100% regulable (ahorro adicional)

Horario



Ajuntament de l'Estany

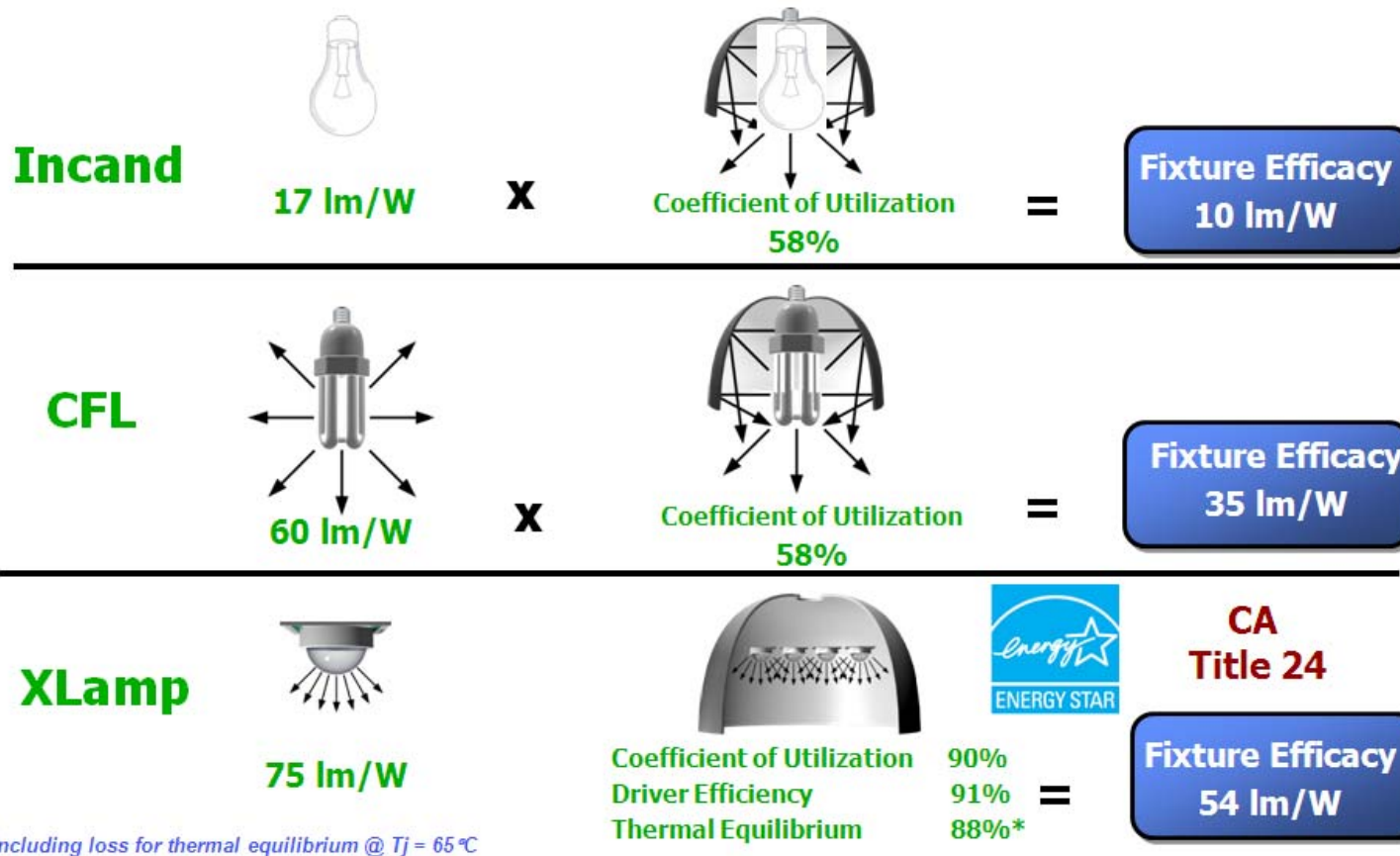


Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

LA IMPORTANCIA DE LA DIRECCIONALIDAD DE LA LUZ

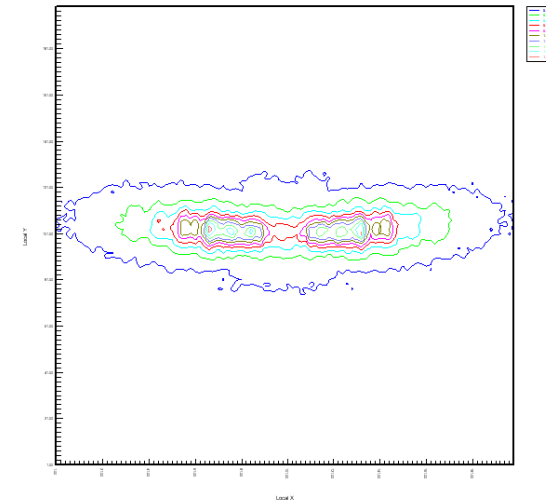
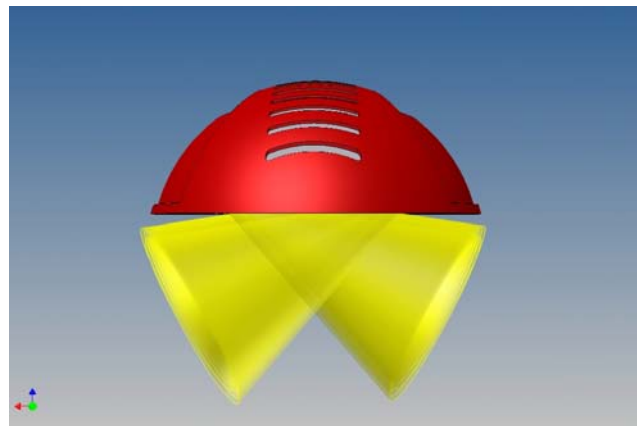
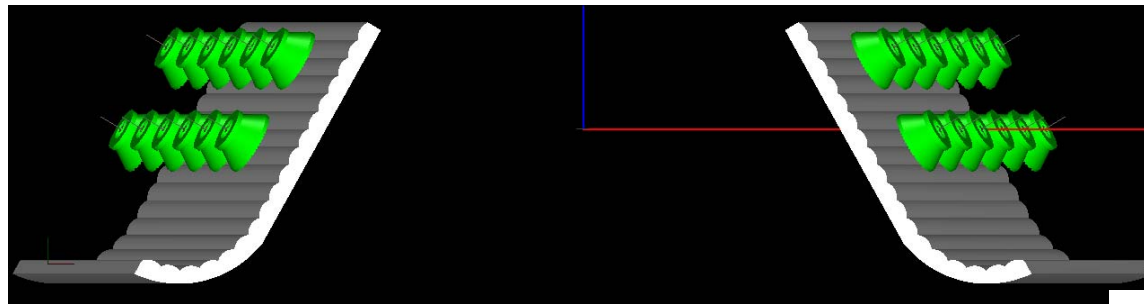
LED: luz direccional



LA IMPORTANCIA DE LA DIRECCIONALIDAD DE LA LUZ

LED: luz direccional

Toda la luz del led puede salir ya dirigida directamente, sin necesidad de reflectores o refractores: se aprovecha mejor la luz, con más control y menos difusión

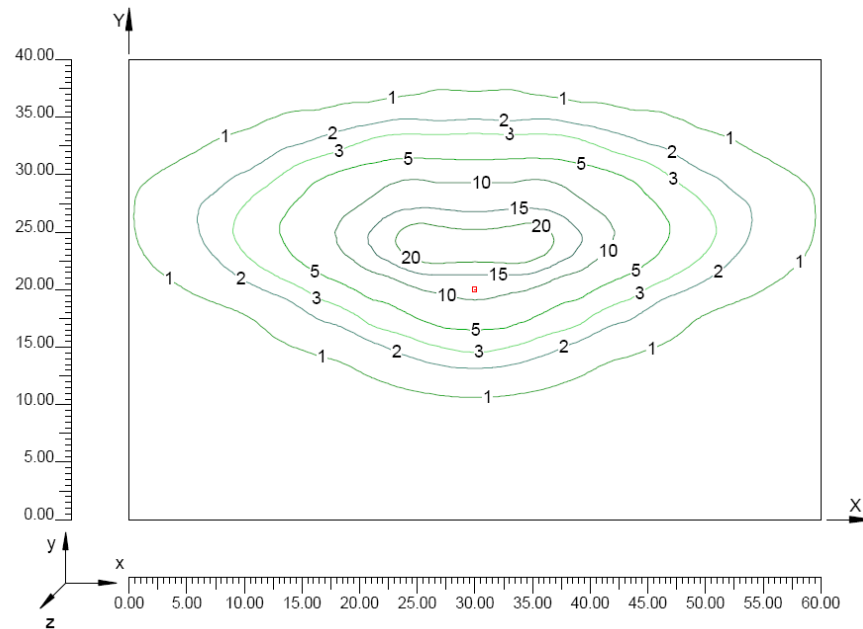


EL COMPARATIVO EN APLICACIÓN AL ALUMBRADO EXTERIOR

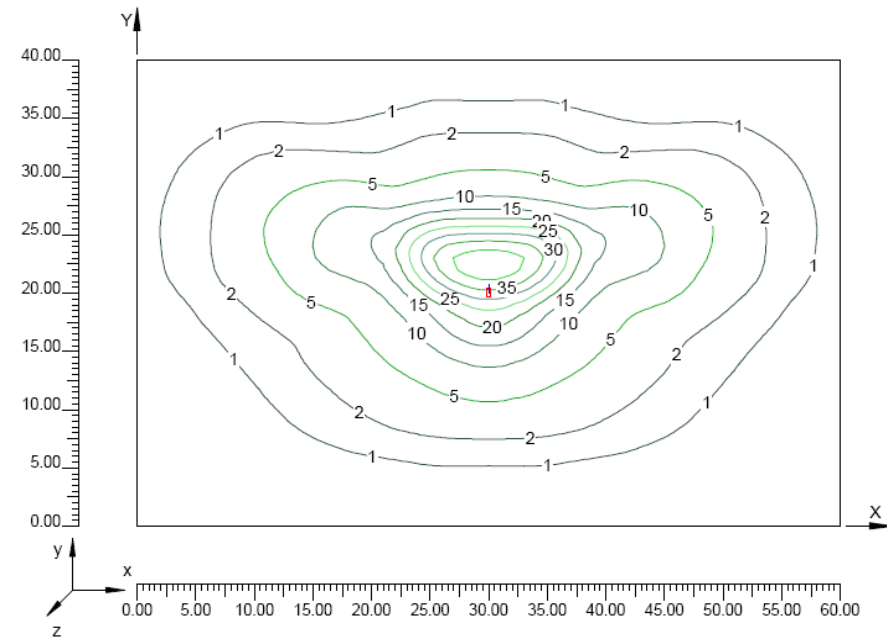
EL COMPARATIVO – 1 – Alumbrado exterior VIAL

Comparativo: Luminaria LED vs Luminaria Vsap

Luminaria de LEDs tipo L1 (120 leds)



Luminaria Vsap 150W tipo S1



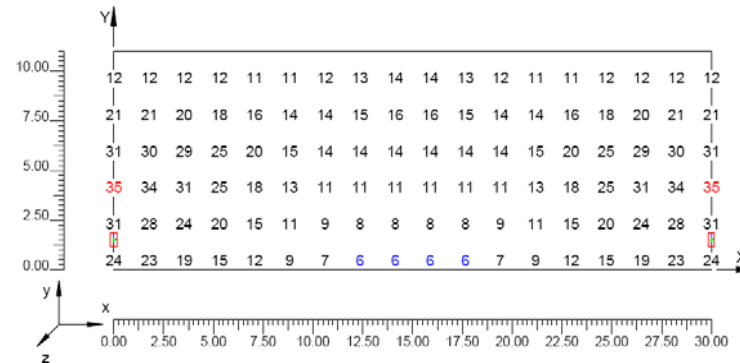
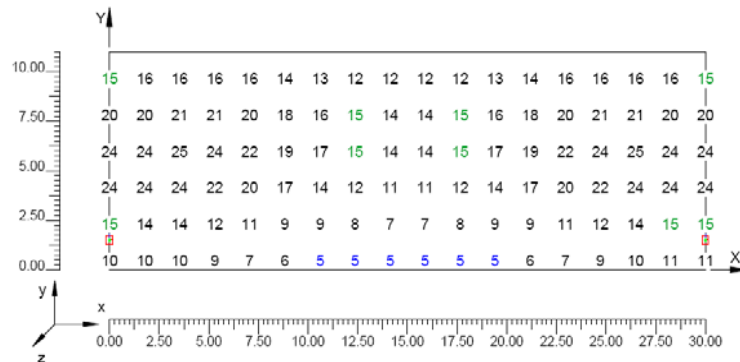
EL COMPARATIVO EN APLICACIÓN AL ALUMBRADO EXTERIOR

Luminaria de LEDs tipo L1 (120 leds)

Luminaria Vsap 150W tipo S1

Potencia total:	129 W	169 W
Flujo total:	9.072 lm	17.000 x 0.81 = 13.770 lm
Vial:	2 aceras de 2 m y calzada de 7 m	
Resultados:	<u>E med</u>	<u>U med</u>
Aceras	9/14 lux	11/15 lux
Calzada	18 lux	0.43/0.89
	0.62/0.78	0.42
	0.44	

Se debe contemplar el consumo total de la luminaria



Fu = 0.54

Fu = 0.41



Ajuntament de l'Estany



Diputació Barcelona

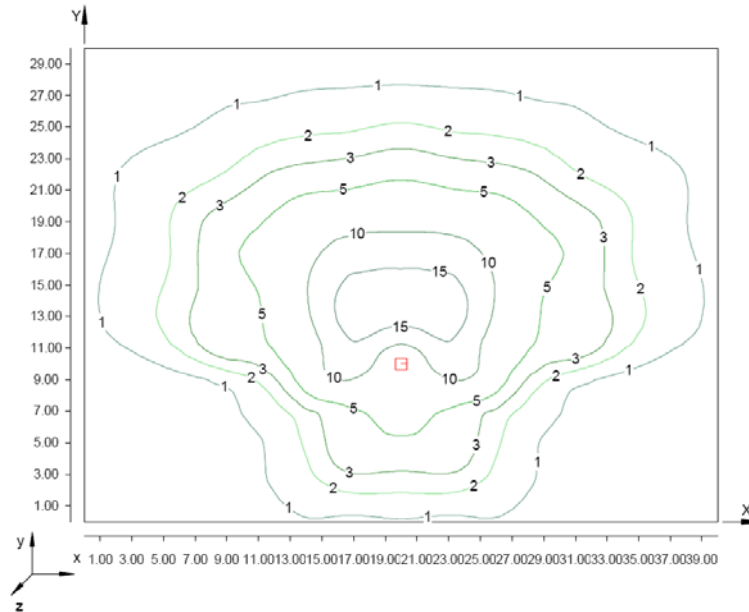
Àrea de Medi Ambient

EL COMPARATIVO EN APLICACIÓN AL ALUMBRADO EXTERIOR

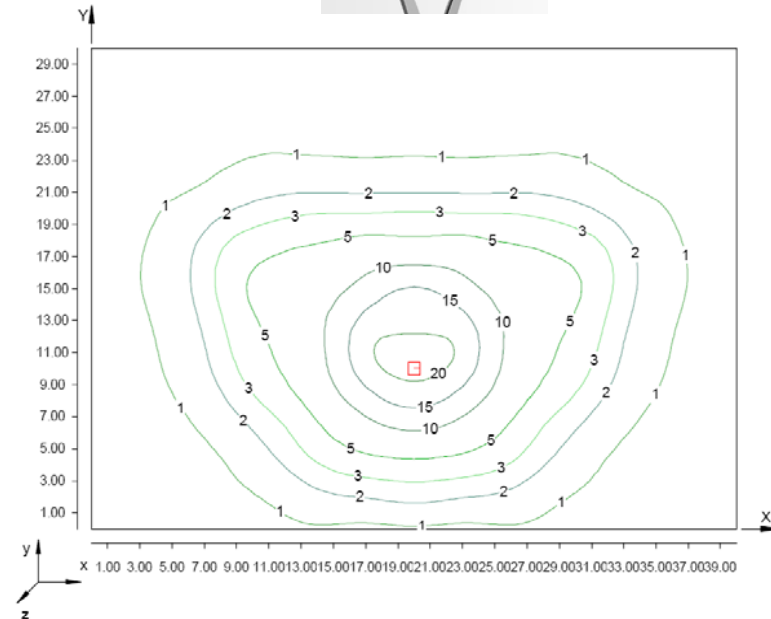
EL COMPARATIVO – 2 – Alumbrado exterior AMBIENTAL

Comparativo: Luminaria LED vs Luminaria Vsap

Luminaria de LEDs tipo L2 (leds)



Luminaria Vsap 70W tipo S2



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

EL COMPARATIVO EN APLICACIÓN AL ALUMBRADO EXTERIOR

Se debe contemplar el consumo total de la luminaria

Potencia total:
Flujo total:
Vial:
Resultados:

Luminaria de LEDs tipo L2

84 W
4.900 lm

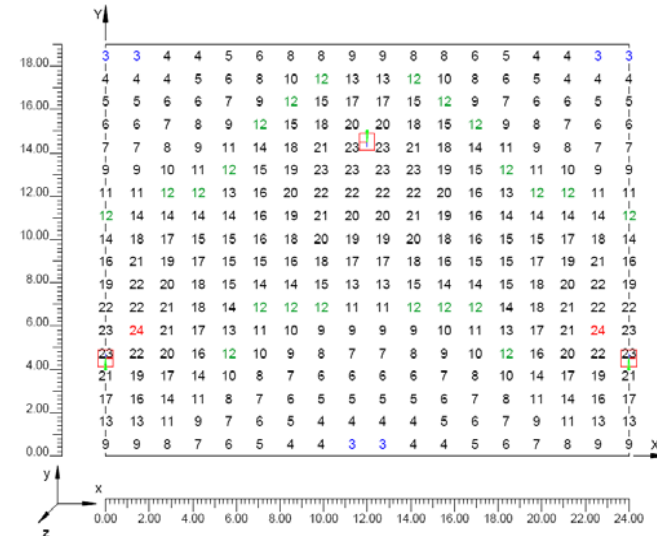
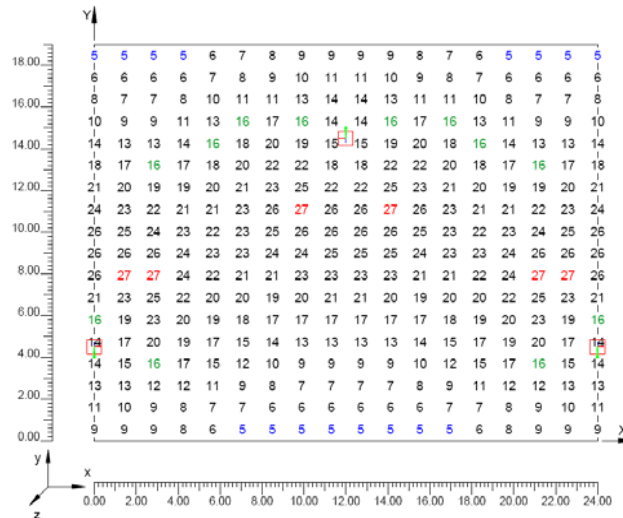
2 aceras de 4.5 m y calzada 10 m

	<u>E med</u>	<u>U med</u>
Aceras	10/10 lux	0.49/0.51
Calzada	21 lux	0.65

Luminaria Vsap 70W tipo S2

84 W
6.500 x 0.78 = 5.070 lm

	<u>E med</u>	<u>U med</u>
Aceras	10/8 lux	0.35/0.39
Calzada	15 lux	0.47



U = 0.74 ← → U = 0.54



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

EL COMPARATIVO EN APLICACIÓN AL ALUMBRADO EXTERIOR

RESUMEN DE LOS COMPARATIVOS

Comparativo 1 : Alumbrado exterior VIAL



Luminaria de LEDs tipo L1

Luminaria Vsap 150W tipo S1



Potencia total:	129 W		169 W
Flujo total útil:	9.072 lm (70 lm/W)		13.770 lm (81.4 lm/W)
Vial:		2 aceras de 2 m y calzada 7 m	
Resultados calzada:	E med = 18 lux	U med=0.44	E med= 20 lux U med = 0.42
Eficiencia energética:	29.3 lux·m2/W	←→	24.9 lux·m2/W

Comparativo 2 : Alumbrado exterior AMBIENTAL



Luminaria de LEDs tipo L2

Luminaria Vsap 70W tipo S2



Potencia total:	84 W		84 W
Flujo total útil:	4.900 lm (58 lm/W)		5.070 lm (60.4 lm/W)
Vial:		2 aceras de 4.5 m y calzada 10 m	
Resultados calzada:	E med = 21 lux	U med=0.65	E med= 15 lux U med = 0.47
Eficiencia energética:	30 lux·m2/W	←→	21.4 lux·m2/W

En ambos casos, con sus características geométricas y de cálculo específicas, resulta más eficiente la propuesta de LED, entre un 20-30%



Ventajas e Inconvenientes de LED para su aplicación al alumbrado Exterior

Ventajas:

- Es una nueva tecnología en desarrollo con gran potencial de mejora en cuanto a eficacia, condiciones de funcionamiento, rendimiento de color y electrónica asociada
- Su infinidad de potencias permite ajustarse a las necesidades concretas, es posible diseñar soluciones a medida
- La tonalidad de luz blanca los hace adecuados para muchas aplicaciones
- Su eficacia lm/W ya es casi equiparable a las lámparas actuales de descarga
- Es regulable linealmente
- Es fácilmente dinamizable
- Su espectro de color es muy controlable
- Su vida útil en luminarias específicamente diseñadas debe ser mayor que las actuales lámparas de descarga
- El desarrollo técnico y la competitividad entre fabricantes de LED está haciendo bajar su coste por lúmen
- La direccionalidad de su luz presenta una alternativa a los tradicionales reflectores y puede dar lugar a mejores coeficientes de utilización que mejoren su eficiencia ($\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{w}$)



Inconvenientes:

- Su actual eficacia lm/W aún no ha superado al de las lámparas de vapor sodio y de halogenuros metálicos
- Se requieren muchos LEDs para sustituir una lámpara de descarga convencional
- Los LEDs no tienen un formato estandarizado
- Generan una luz puntual, siendo sus aplicaciones muy específicas
- El riesgo de deslumbramiento es alto y tiene que diseñarse bien su óptica
- Los diseños son complejos electrónicamente y deben protegerse bien
- La electrónica de control no siempre tiene el mismo tiempo de vida que el LED
- La luminaria ha de estar específicamente diseñada para su funcionamiento con LEDs, consiguiendo la necesaria evacuación del calor para el mantenimiento de la vida del sistema y una distribución fotométrica adecuada
- El coste de una luminaria de LEDs de garantía es bastante más elevado que con una tecnología de descarga





Comité Español
de Iluminación



Recomendaciones sobre los datos a presentar por el fabricante de luminarias con sistema de LEDs

CEI, Comité Español de Iluminación, y ANFALUM, Asociación Nacional de fabricantes de luminarias, hacen la siguiente recomendación en cuanto a los datos que deben presentar los fabricantes de luminarias con fuente de luz LED:

Flujo útil entregado por la luminaria para ser empleado en los cálculos luminotécnicos, en lm

Potencia nominal del sistema de LEDs (nº de LEDs, intensidad y potencia nominal individual)

Potencia total consumida por la luminaria de LEDs, en W

Eficacia del sistema de LEDs funcionando en la luminaria, en lm/W

Factor de mantenimiento a emplear en los cálculos luminotécnicos y su justificación

Temperatura de color en K del LED empleado

Fotometría y/o estudio luminotécnico

Vida útil del sistema de LEDs en la luminaria, xx horas (L70: mantenimiento del 70% del flujo inicial establecido de la luminaria, valor que deberá emplearse para el cálculo del factor de mantenimiento, $F_m = 1 - (30\%/2) = 85\%$)

Vida media del conjunto electrónico (horas a partir de las cuales pueden aparecer fallos superiores a un determinado porcentaje)

Rango de Temperatura ambiente a la que puede funcionar la luminaria de forma permanente sin que se vean alteradas sus especificaciones

Por ser una luminaria para alumbrado exterior y alojar dispositivos electrónicos, es necesario definir un grado de hermeticidad IP (recomendable no inferior a IP65), su resistencia a impactos IK, material del cuerpo y protector, sistema de apertura y cierre, tipo de fijación mecánica, pintura ... y demás características mecánicas que definen la calidad de una luminaria y su aptitud para esta aplicación

Certificado de producto



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

INFORME TÉCNICO DEL COMITÉ ESPAÑOL DE ILUMINACIÓN RESPECTO A LA MODIFICACIÓN DE LUMINARIAS PARA SUSTITUIR SUS BLOQUES ÓPTICOS ORIGINALES POR BLOQUES ÓPTICOS LED”

Introducción y antecedentes

El motivo de esta comunicación es alertar de cómo afectan, tanto técnica como legalmente las posibles modificaciones de luminarias ya instaladas y equipadas con lámparas de descarga, adaptándolas a diferentes soluciones con fuentes de luz tipo LED, ya sea mediante “lámparas de reemplazo” o mediante la “sustitución de todo el sistema óptico”.

Dada la creciente oferta de este tipo de propuestas, es importante saber que cuando se integra una lámpara LED o un bloque óptico con fuente de luz LED (con los que se realizan operaciones técnicas, es decir, se desconecta o puentea el equipo existente) en una luminaria existente, se modifica el diseño original, y por tanto, afectando a la garantía técnica y certificación de la luminaria.

En la actualidad, las luminarias de alumbrado exterior están sometidas a la siguiente Legislación:

- UNE-EN 60598-1. Luminarias. Requisitos generales y ensayos
- UNE-EN 60598-2-3. Luminarias. Requisitos particulares. Luminarias de alumbrado público
- UNE-EN 62471-2009. Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas.
- Directiva de Baja Tensión- 2006/95/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética- 2004/108/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la directiva 89/336/CE.
- Directiva de Ecodiseño-2009/125/CE. Por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Real Decreto 154/1995, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1890/2008, que aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.



Ajuntament de l'Estany



Xarxa
de Ciutats i Pobles cap a la
Sostenibilitat

CÓMO SELECCIONAR Y COMPARAR LUMINARIAS LED'S PARA APLICACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR



Introducción

La utilización del LED de alta potencia como fuente de luz para iluminación exterior, incluida la viaria, ha motivado la aparición en el mercado de luminarias que, una vez instalada, no siempre cumplen con lo ofrecido en su publicidad.

En la práctica, además de poder constituir un fraude para el cliente supondría en primer lugar una competencia desleal y, en segundo lugar, un rechazo de los potenciales clientes que se sientan defraudados por la tecnología, predisponiéndolos a no adquirir otros productos de iluminación LED'S de primera calidad, que sí cumplan con los compromisos requeridos (tanto a nivel luminoso como en consumo energético) y que dé, como resultado final, la ralentización del desarrollo tanto de la tecnología LED como de la asociada a las luminarias dotadas de esta fuente de luz.



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE "LUMINARIAS-LED" DE ALUMBRADO EXTERIOR

Aprobado por Decreto de la Delegada del Área de Gobierno de Obras y Espacios Públicos de fecha 4 de noviembre de 2010



Ajuntament de l'Estany



Diputació Barcelona

Àrea de Medi Ambient

El espectro de las fuentes de luz y bajos niveles de iluminación: fundamentos

Wout van Bommel



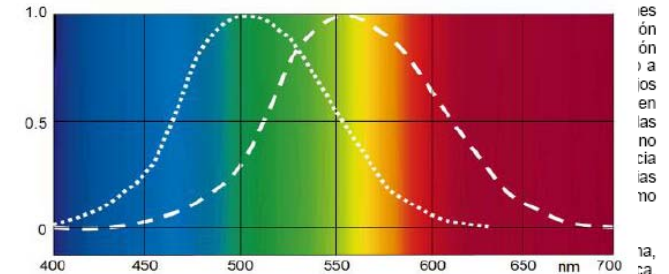
Introducción

Desde hace ya algún tiempo está teniendo lugar a nivel mundial un acalorado debate científico sobre si el espectro luminoso de determinadas fuentes de luz tiene o no ventajas en determinadas condiciones de bajos niveles de iluminación. Los términos "Visión Mesópica" y "Visión Escotópica" son claves en esta controversia. La discusión es especialmente importante en el campo del alumbrado exterior, tanto de vías de circulación de vehículos como de áreas residenciales, donde usualmente se utilizan niveles de iluminación relativamente bajos. Hoy en día, este debate está más de actualidad que nunca, debido a que con la irrupción de la tecnología de los LEDs es posible la producción de todo tipo de colores y todos los diferentes tonos de la luz blanca.

En esta discusión en ocasiones afloran algunos "sin-sentidos". A menudo la razón principal es una falta de conocimientos sobre la materia, probablemente comprensible, debido a que en ella entran en juego muchos, diferentes y complicados aspectos.

Hacer una comparación directa entre visión fotópica y visión escotópica, sin tener en cuenta el estado de adaptación equivocado: mesópica. Indirecta ("o un mejor nivel de iluminación investigado por circunstancias por ello me espectro de consecuencias si son peato

Probablemente centrándose Mientras es olviden tener



Con el fin de sentar las bases fundamentales sobre este asunto, este texto ha sido escrito en un lenguaje lo más asequible y resumido posible, sin entrar en detalles demasiado científicos. No se darán conclusiones generales sobre la conveniencia o no, de determinados espectros de fuentes de luz para su uso en alumbrado público. Los lectores de esta publicación podrán sacar sus propias conclusiones con los fundamentos vertidos en él.

1 Visión Fotópica

Los conos son células sensibles a la luz que están concentradas en la fovea de la retina del ojo. En la parte externa de la fovea el número de conos disminuye drásticamente (Figura 1). La fovea es el área de la retina en el cual se forma una imagen muy nítida de la reducida área inmediata a la dirección de visión: se llama visión "central" o visión "on-line". Los conos presentan su máximo nivel de actividad con la adaptación a luminancias de entre 3 y 10 cd/m² y superiores. Cuando hablamos de visión fotópica se hace posible la percepción del color, ya que disponemos de conos sensibles a cada uno de los tres colores primarios: rojo, verde y azul. La sensibilidad espectral en condiciones de visión fotópica está representada por la curva $V(\lambda)$ y alcanza su máxima sensibilidad en la longitud de onda del entorno de los 555nm, correspondientes al color amarillo-verdoso (Figura 2). En consecuencia las fuentes de luz con un alto contenido de amarillo en su espectro, pueden tener una alta eficacia. Normalmente todas las magnitudes de alumbrado (flujo luminoso, intensidad luminosa, luminancia, iluminancia, etc.) están definidas en función de su eficiencia según el espectro fotópico.

Algunos productos con LEDs - EXTERIOR



Modelo LUX+



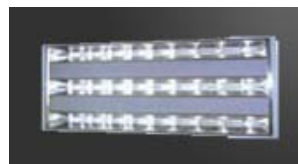
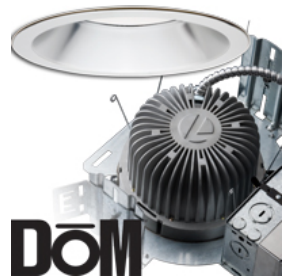
Modelo HOM



Modelo CURVA



Algunos productos con LEDs - INTERIOR



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient

I Jornada d'eficiència energètica de L'Estany i
II Seminari de la Xarxa de suport a les accions de sostenibilitat energètica



Enllumenat públic amb LED



Noves tecnologies i experiències municipals

Què és un LED? Tecnologies a usar en enllumenat públic

Francesc Cavaller. Representant d'ANFALUM

L'Estany,

17 de març de 2011

Muchas gracias por su atención!



Ajuntament de l'Estany



Diputació
Barcelona

Àrea de Medi Ambient