

Título del trabajo/ Title of paper

CERTIFICACIÓN DE LUMINARIAS POR EL IAC Y CRITERIOS
EXIGIBLES A LAS LUMINARIAS Y PLACAS DE LEDES

Autor/es/ Author/s

JAVIER DÍAZ CASTRO Y FEDERICO DE LA PAZ GÓMEZ

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

ENTIDAD COLABORADORA DEL CEI

Dirección principal/ Mail adress

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS
C/ VÍA LACTEA S/N
38200 LA LAGUNA- TENERIFE

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail adress of the contact person

TELEFONO 922 605 365/200
FAX: 922 605 210
E-MAIL: OTPC@IAC.ES

Tema:

- Normativa, Legislación, Calibración y Certificación
- Contaminación luminosa

Antecedentes:

La Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias y su Reglamento RD.243/92, establece un conjunto de medidas con la finalidad de garantizar la calidad de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias, siguiendo para ello las recomendaciones de la Unión Astronómica Internacional.

La Oficina Técnica de Protección de la Calidad del Cielo del IAC ha ido elaborando procedimientos y distintas guías técnicas para dar solución a la casuística derivada de los proyectos e instalaciones de iluminación exterior llevadas a cabo en ese tiempo en el ámbito territorial de aplicación del régimen de protección establecido en esta Ley. Con la llegada de los ledes, ha sido necesario evaluar esta tecnología y encontrar las características más idóneas y técnicamente viables que se adecuen a los objetivos de esta Ley. Esta labor ha sido complicada por la enorme evolución cambiante de esta tecnología durante los últimos 8 años, siendo a partir del año 2015 cuando se ha empezado a definir criterios sobre el uso de ledes que finalmente ya refinados se publican en el 2017.

Paralelamente a esta evolución, el texto de la Normativa de protección va quedando parcialmente obsoleta en este asunto de iluminación exterior, por lo que se tramita una modificación del Reglamento con el objetivo de crear un procedimiento por el cual el IAC pueda proponer las especificaciones técnicas a exigir a los alumbrados de exterior en las zonas protegidas supervisado por el Gobierno de Canarias. Tras dos años de trámites entre administraciones locales, autonómica y ministeriales, fue aprobado la modificación del Reglamento por el Consejo de Ministro mediante el Real Decreto 580/2017 de 12 de junio.

En agosto de 2017 se publica el Catálogo de Especificaciones Técnicas Aplicable a las Instalaciones de Alumbrado Exterior sujetas a este Reglamento en el portal del Instituto de Astrofísica de Canarias. Este Catálogo recoge toda la experiencia previa de criterios técnicos aplicados a las instalaciones de exterior así como las especificaciones de las nuevas lámparas ledes a utilizar en las zonas protegidas.

Objetivo:

El objetivo de la ponencia es describir el proceso actual de certificación de luminarias y lámparas según los criterios establecidos en el catálogo de especificaciones técnicas aprobado según RD. 580/2017 y cuáles son las especificaciones técnicas en cuanto al uso de lámparas ledes para que puedan ser certificadas.

Toda esta información se encuentra desarrollada en nuestra página web www.iac.es/otpc/documentos en el apartado de TRÁMITES.

Certificación de luminarias:

Este procedimiento continúa siendo prácticamente el mismo de hace 20 años. Se envía una muestra al IAC con las dos garantías de fabricación e integridad, croquis dimensional y fotometrías en formato LDT.

Se distinguen dos tipos de luminaria por su emisión de FHSint.:

Luminarias certificadas con lámparas de descarga: FHSint $\leq 0,05\%$ (en general 0%) (cierres tipo vidrio plano o transparente liso lenticular o cierre dentro de una envolvente opaca). Se asimilan a “vidrio plano” los cierres lenticulares de hasta 1cm de vano con FHSint $\leq 0,05\%$, $I < 4$ cd/Klm a $\alpha=90^\circ$, $I < 1$ cd/Klm a $\alpha=95^\circ$ e $I = 0$ a $\alpha > 95^\circ$ ($\alpha =$ ángulo gamma, $\alpha=90^\circ$ es el horizonte).

Luminarias certificadas con LED: FHSint nulo (tipo clase G6 respecto a gamma $\geq 90^\circ$, según anexo A EN13201-2015). Toda óptica con cierre de vidrio plano horizontal, u otro cierre, que no sobresalga de la luminaria (encastrado) se le supondrá que cumple esta clasificación.

General: Si la luminaria tiene estructura inferior (farol con laterales abiertos) esta será color negro mate. Las luminarias se instalarán sin inclinación, con especial cuidado con las de cierres transparentes lenticulares. No se utilizará cierres o difusores plásticos (como paneles en faroles, cierres abombados) ni ópticas o refractores si son visibles en o sobre el plano horizontal imaginario tangente a estos elementos en su parte más baja.

(Buscar ejemplos: VP, lenticulares, encastrados, evitar propaganda)

Certificación de lámparas:

Este procedimiento continúa siendo prácticamente el mismo respecto a las lámparas de descarga (cada vez menos usadas). Respecto a los ledes, existen cuatro tipos según la distribución de su radiancia espectral. Nos centraremos en los ledes que es la novedad en este procedimiento.

Para la certificación se envía una muestra al IAC con las dos garantías de fabricación e integridad, tabla de regulación en el rango de funcionamiento en escalones de flujo del 10% mínimo y fotometrías en formato LDT si vienen con ópticas y no se han aportado con la luminaria. Los datos de radiancia espectral pueden solicitarse a un laboratorio acreditado ENAC o equivalente que colabore con el IAC.

Tipos de LED:

LEDES EQUIVALENTES AL VSAP: “LED ÁMBAR IAC”:

Ledes Ámbar IAC deben cumplir las siguientes especificaciones: menos del 0,60% de la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda inferiores a 440nm, menos del 1,5% de la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda inferiores a 500nm y menos del 7% (10% con filtro si tienen cero radiancia espectral en el espectro azul y menos del 1% de la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda inferiores a 500nm) de la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda inferiores a 550nm, respecto a la radiancia total, medida en el rango de 350-800nm (380-780nm si la radiancia es nula fuera de este rango), con máximo valor de radiancia en 595 ± 10 nm y ancho de banda medio inferior a 90nm (110nm con filtro); ni habrá una radiancia espectral singular por debajo de los 500nm que sobrepase 1/50 de la radiancia máxima del led, y al menos la suma de la radiancia

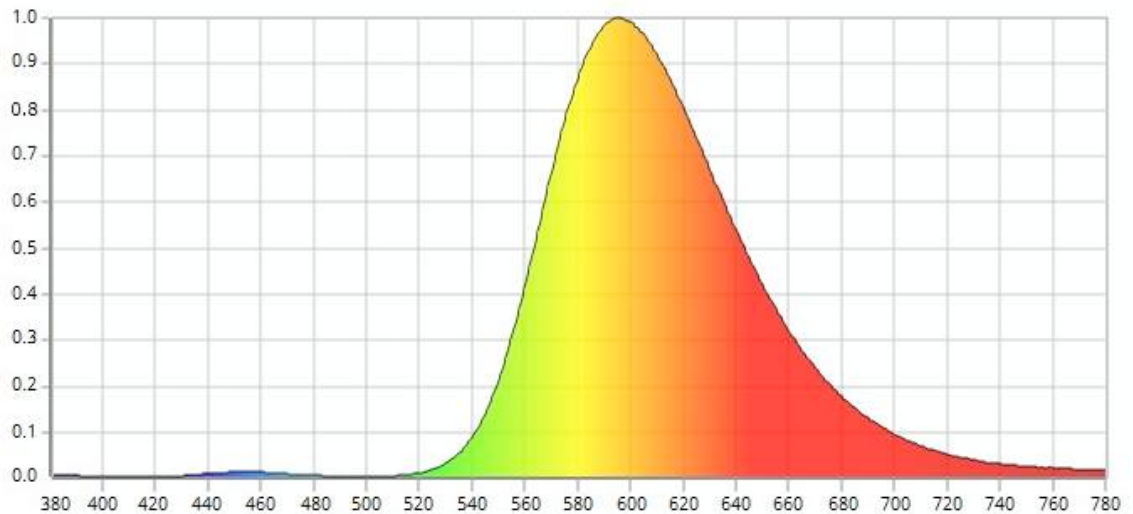
espectral para todas las longitudes de onda entre 550nm y 700nm será del 90% (86% con filtro) respecto de la radiancia total.

Resumen: LED ÁMBAR IAC: o con filtro ámbar, no emite por debajo de 550 nm ($\sum R(\lambda < 550) < 7\%$ del total), $R(\text{azul})/R(\text{máx.}) < 1/50$, máximo $595 \pm 10 \text{ nm} \approx \text{VSAP}$, ancho de banda medio inferior a 90nm, $\sum R(\lambda \text{ entre } 550\text{-}700 \text{ nm}) > 90\%$.

Eficiencia típica un 30% de la de 4000°K.

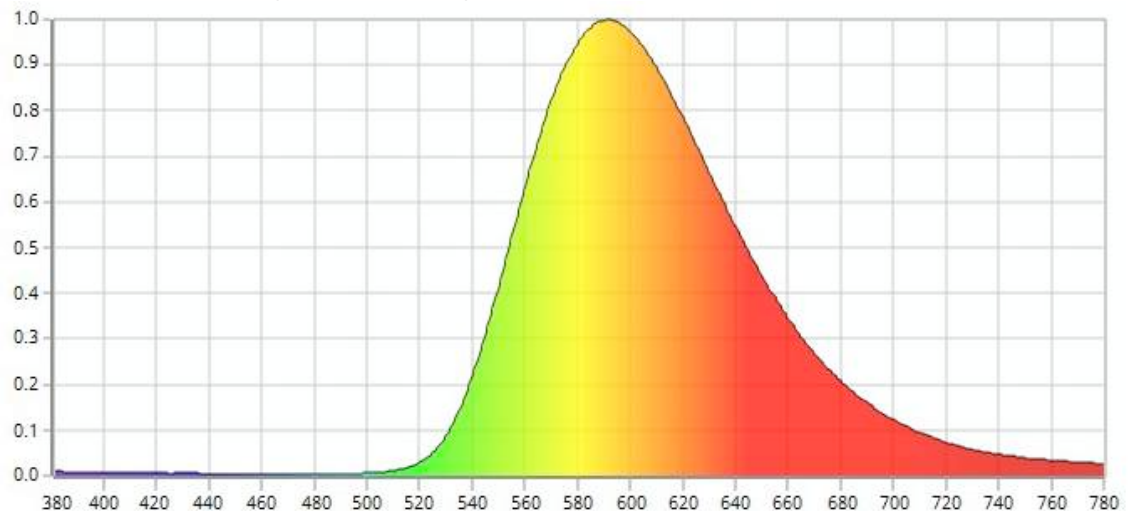
Ejemplo:

LED ÁMBAR IAC sin filtro (PC-Ambar):



$$\begin{aligned} \sum R(\lambda < 440) / \sum [R(\lambda)] &= 0,51\% (<0,6\%) \\ \sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda)] &= 1,23\% (<1,5\%) \\ \sum R(\lambda < 550) / \sum [R(\lambda)] &= 4,23\% (<7\%) \\ R(\lambda_p < 500) / R(\lambda_p) &= 0,0161 (<0,02) \\ \sum R(550\text{-}700) / \sum [R(\lambda)] &= 92,45\% (>90\%) \\ \text{HBW} &= 79 \text{ nm} (<90\text{nm}) \\ \lambda_p &= 594 \text{ nm} (595 \pm 10 \text{ nm}) \\ \text{CRI} &= 37\% \end{aligned}$$

LED AMBAR IAC con filtro (desde 4000°K):



$$\begin{aligned}\sum R(\lambda < 440) / \sum [R(\lambda)] &= 0,00\% (<0,00\%) \text{ (Ruido } 0,43\%) \\ \sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda)] &= 0,69\% (<1\%) \\ \sum R(\lambda < 550) / \sum [R(\lambda)] &= 6,13\% (<10\%/<7\%) \\ R(\lambda_p < 500) / R(\lambda_p) &= 0,000 (<0,00) \text{ (Ruido } 0,0105) \\ \sum R(550-700) / \sum [R(\lambda)] &= 90,07\% (>86\%/>90\%) \\ \text{HBW} &= 89 \text{ nm } (<110\text{nm}/<90\text{nm}) \\ \lambda_p &= 591 \text{ nm } (595 \pm 10\text{nm}) \\ \text{CRI} &43\%\end{aligned}$$

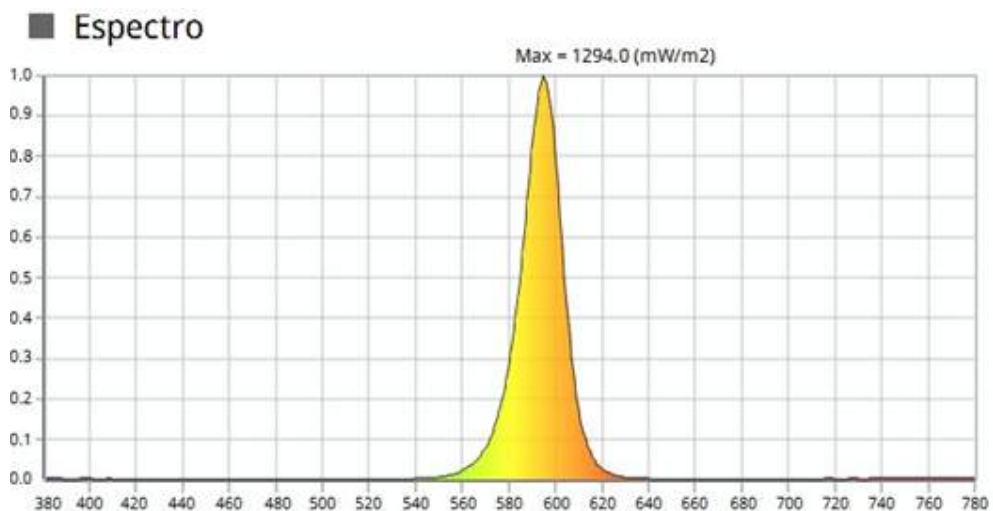
LEDES EQUIVALENTES AL VSBP: "LED ÁMBAR PURO IAC":

Ledes Ámbar Puro, deben cumplir las siguientes especificaciones: 0% de la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda por debajo de 500nm y e inferior al 0,5% por encima de 700nm, inferior a 0,5% la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda en el intervalo 500-550nm e inferior al 0,5% en el intervalo 650-700nm, medido respecto a la radiancia total en el rango de 500-700nm; no habrá una emisión singular en estos rangos que sobrepase 1/100 de la emisión máxima del led; valor máximo en 595±10nm y ancho medio de banda igual o inferior a 18nm.

Resumen: LED ÁMBAR PURO IAC: luz ámbar monocromática 595±10nm
HBW<18nm ≈VSBP.

Inconveniente: poco eficiente (típico 50lm/w) y muy dependiente de la temperatura (flujo en arranque = 2 x flujo después de 1 hora).

Ejemplo: LED AMBAR PURO IAC:



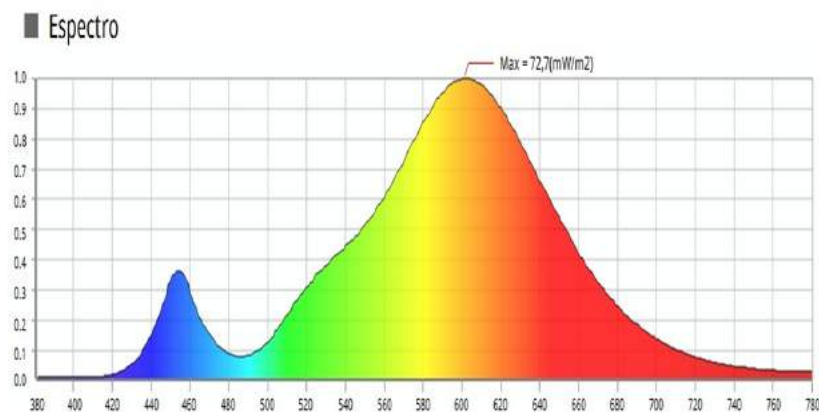
$$\begin{aligned}\sum R(\lambda > 700) / \sum [R(\lambda)] &= \mathbf{0,0\% (<0,5\%)} \\ \sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda)] &= \mathbf{0,0\% (<0,0\%)} \\ \sum R(500-550) / \sum [R(\lambda)] &= \mathbf{0,0\% (<0,5\%)} \\ \sum R(650-700) / \sum [R(\lambda)] &= \mathbf{0,0\% (<0,5\%)} \\ R(\lambda_p < 550 \text{ ó } > 650) / R(\lambda_p) &= \mathbf{0,00 (<0,01)} \\ \text{HBW} &= 18 \text{ nm } (<18\text{nm}) \\ \lambda_p &= 594 \text{ nm } (595 \pm 10\text{nm})\end{aligned}$$

LEDES BLANCOS CÁLIDOS: “LED BLANCO CÁLIDO IAC”:

Los led blanco cálido IAC, deben cumplir las siguientes especificaciones: la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda por debajo de los 500nm, $\sum R(\lambda < 500)$, por unidad de lumen, $\sum [R(\lambda) \times V(\lambda)]$, no deberá superar el valor 0,25 medida en el rango de 350-800nm (380-780nm si la radiancia es nula fuera de este rango) y cualquier emisión singular por debajo de los 500nm (azul) no deberá superar el valor de 0,6 obtenido con la división de la radiancia singular máxima entre los lúmenes y multiplicado por 100 ($R(\lambda_p < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \times 100 \leq 0,6$); Máximo valor de radiancia en 595 ± 10 nm. Los actuales ledes blancos cálidos con temperatura inferior a 2.700°K y reducida emisión azul, $< 0,36$ la relación entre radiancias máximas azul/ámbar, podrían cumplir este criterio. La temperatura de color no es un valor fiable.

Resumens: LED BLANCO CÁLIDO IAC: relación $\sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \leq 0,25$ y $R(\lambda_p < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \times 100 \leq 0,6$.

Ejemplo LED BLANCO CÁLIDO IAC



$$\sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] = 0,2009 (< 0,25)$$

$$R(\lambda_p < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \times 100 = 0,5622 (< 0,6)$$

$$\lambda_p = 601 \text{ nm } (595 \pm 10 \text{ nm})$$

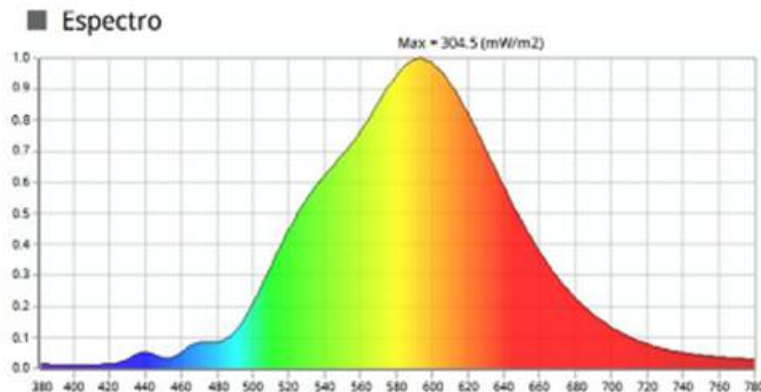
(Otros valores no relevantes: 2600°K, CRI 73%, HBW 104 nm)

LEDES BLANCOS SÚPER CÁLIDOS: “LED BLANCO SÚPER CÁLIDO IAC”:

Para los led blanco súper cálido IAC (uso restringido en La Palma), la especificación se establece como sigue: la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda por debajo de los 500nm, $\sum R(\lambda < 500)$, por unidad de lumen, $\sum [R(\lambda) \times V(\lambda)]$, no deberá superar el valor 0,15 medida en el rango de 350-800nm (380-780nm si la radiancia es nula fuera de este rango) y cualquier emisión singular por debajo de los 500nm (azul) no deberá superar el

valor de 0,4 obtenido con la división de la radiancia singular máxima entre los lúmenes y multiplicado por 100 ($R(\lambda_{p<500}) / \sum[R(\lambda) \times V(\lambda)] \times 100 \leq 0,4$); máximo valor de radiancia en $595 \pm 10 \text{ nm}$. Los actuales ledes blancos cálidos con temperatura inferior a 2.200°K y reducida emisión azul, $<0,23$ la relación entre radiancias máximas azul/ámbar, podrían cumplir este criterio. La temperatura de color no es un valor fiable.

Resumen: LED SÚPER CÁLIDO IAC: la relación $\sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \leq 0,15$ y $R(\lambda_{p < 500}) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \times 100 \leq 0,4$.
EJEMPLO LED BLANCO SÚPER CÁLIDO IAC



$$\begin{aligned} \sum R(\lambda < 500) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] &= 0,0800 (<0,15) \\ R(\lambda_{p < 500}) / \sum [R(\lambda) \times V(\lambda)] \times 100 &= 0,2815 (<0,4) \\ \lambda_p &= 592 \text{ nm } (595 \pm 10 \text{ nm}) \\ (\text{Otros valores no relevantes: } &2900^\circ\text{K, CRI 68\%, HBW 120 nm}) \end{aligned}$$

NOTAS:

$R(\lambda)$: función de la radiancia espectral de una fuente de luz.

$\sum R(\lambda < 500)$ es la suma de la radiancias espectrales para todas las longitudes de onda inferiores a 500 nm.

$V(\lambda)$: función CIE 1931. $\sum [R(\lambda) \times V(\lambda)]$ es la integral del producto, en la práctica la suma del producto matricial, de estas dos funciones para todas las longitudes de onda contenidas en un intervalo (en general entre 380-780nm).

El uso de ledes AMBAR IAC y SÚPER CÁLIDOS IAC en La Palma requieren que la instalación tenga una utilización global no inferior al 75% y después de media noche una reducción de flujo entorno a 1/3 o 1/4 del flujo inicial. En estos casos debe comprobarse que la programación inicial de la placa de ledes permita estas reducciones de flujo a medianoche, si la programación inicial de la placa es a baja intensidad (excesivo número de ledes) probablemente el sistema no sea capaz de reducir a los límites exigidos (por ejemplo de 350mA a 70mA) teniendo en cuenta a demás la no linealidad de la reducción de flujo con la potencia.