

## INFORME DE ENSAYO IE250045

*El punto de este informe marcado con (#) no está amparado por la acreditación de ENAC*

### TIPO DE ENSAYO

Ensayo colorimétrico según (UNE-EN 13032-4:2016+A1:2020)

- Espectro (CIE 250:2022)
- Coordenadas cromáticas (CIE 15:2018)
- Temperatura de color y Duv (CIE 15:2018)
- Índice de rendimiento de color (Ra) (CIE 13.3-1995)
- Uniformidad angular de color ( $\Delta u'v'$ )

Evaluación de directivas de protección del cielo (#)

Especificaciones de cromaticidad según ANSI C78.377-2017 (R2022) (#)

### DATOS SOLICITANTE

Nombre: Moonoff, S.L

Dirección: C/ República Checa, 23-25 - P. E. Costa Vella. 15707. Santiago de Compostela.

Teléfono: +34 881 95 79 10

Fecha de ensayo: 10/02/2025

Fecha de emisión (junto a la firma)

Persona que autoriza:

Responsable Técnico

Los resultados de este informe sólo conciernen a las muestras cuya descripción aparece en el informe. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe en cualquier medio o por cualquier medio sin el consentimiento expreso de candelTEC y del solicitante.

Este informe ha sido firmado digitalmente.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

**Códigos de identificación:** EE250022-1; EE250022-2

Muestra de ensayo EE250022 formada por EE250022-1; EE250022-2

**Descripción:** Módulo LED montado sobre disipador.

Información aportada por el solicitante:

*Dimensiones: 174 mm x 70 mm x 10 mm*

*Dimensiones módulo: 146.6 mm de largo x 45 mm de ancho x 1.5 mm de alto*

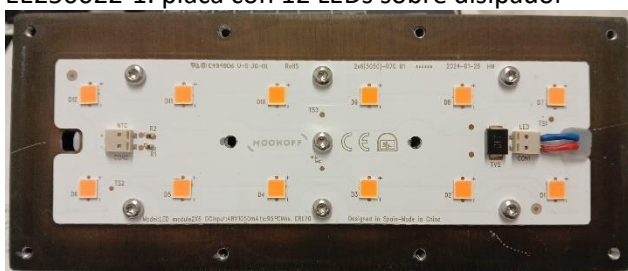
*Modelo: 2200K 70CRI*

*Referencia: 00CLMOD50W1222K72*

*Las luminarias que a continuación se listan, incorporan esta fuente lumínica, compartiendo por tanto los resultados colorimétricos indicados en este informe: Coanda Series Mini S2, Coanda Series Start S2, Coanda Series Plus S2, Olo Series S2, Maga Series H S2, Maga Series V S2, Stella Series H S3, Stella Series V S3, Faro Series S3, Royalty Series S3, Fedora Series S3, Busier Series Mini, Busier Series Start, Estrada Series y Ada Series.*

Las partes de la muestra quedan identificadas en el laboratorio como sigue:

EE250022-1: placa con 12 LEDs sobre disipador



EE250022-2: Driver MOONOFF DITEL Series 00CLDR160WDITC2



**Marcas identificativas:** No aplica

**Fecha de recepción:** 30/01/2025

**Suministrador de la muestra:** el Solicitante.

“El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, así como, de las marcas identificativas que incorpore la muestra”.

## 2. ENSAYO

### Método de ensayo

La distribución espectral se mide en un intervalo de [350-950] nm con un espectrorradiómetro. Se toman 3 medidas y se realiza el promedio.

El detector se sitúa a una cierta distancia del centro fotométrico de la luminaria, de tal forma que se consiga una señal apropiada y sin ruido.

A partir de los valores espectrales medidos, se calculan las coordenadas cromáticas y temperatura de color (Publicación CIE 15:2018) y el Ra (Publicación CIE 13.3:1995).

Para la determinación de los valores cromáticos globales partiendo de las medidas direccionales se sigue la norma UNE-EN 13032-4:2016+A1:2020.

Procedimientos seguidos: PT02 – Medida de la distribución espectral de fuentes luminosas y cálculo de parámetros colorimétricos.

### Equipos de medida utilizados

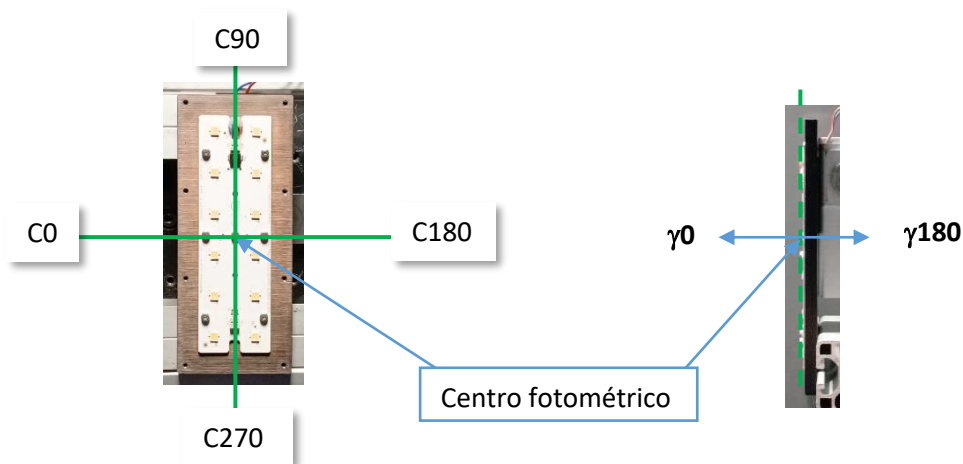
Equipos y patrones calibrados que garantizan la trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI).

- Espectrorradiómetro Avantes AvaSpec-ULS2048-USB2-FCPC (E0081)
- Termohigrómetro digital PCE 313-A (E0107)
- Goniómetro LMT GO-V 1920 (E0037)

### Condiciones ambientales registradas durante el ensayo

Temperatura:  $(25.18 \pm 0.38)$  °C; Humedad:  $(30.5 \pm 1.2)$  % Hr

### Sistema de referencia utilizado en el ensayo

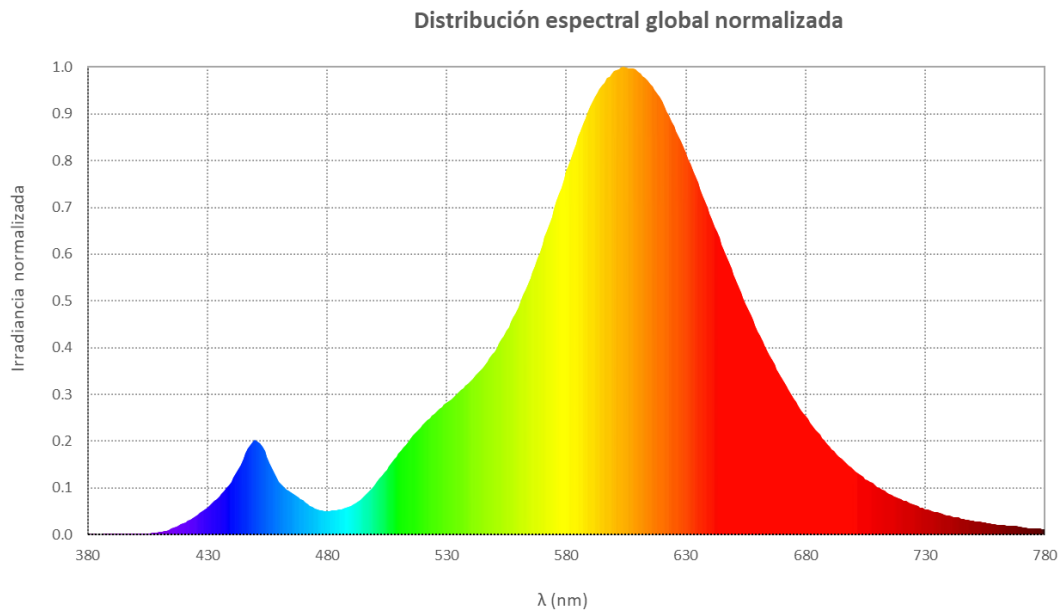


**Mediciones realizadas:** Distribución espectral en dos planos perpendiculares (C0-C180) y (C90-C270) con un incremento en gamma de 10°.

Para la determinación de los valores globales de los parámetros cromáticos solo se consideran aquellas direcciones cuya intensidad es superior al 10% del máximo.

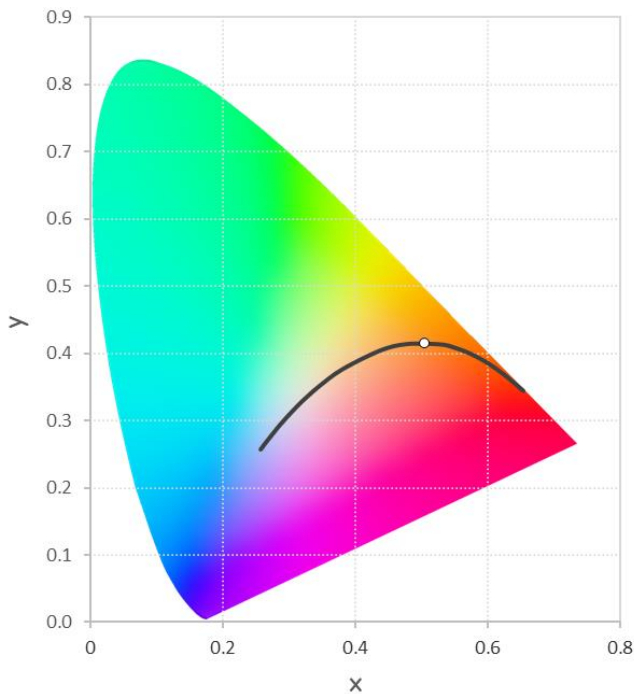
### 3. RESULTADOS

#### DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL



#### COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2º CIE)

Coordenadas Cromáticas (x,y)



**CIE 1931 x,y Chromaticity Diagram**

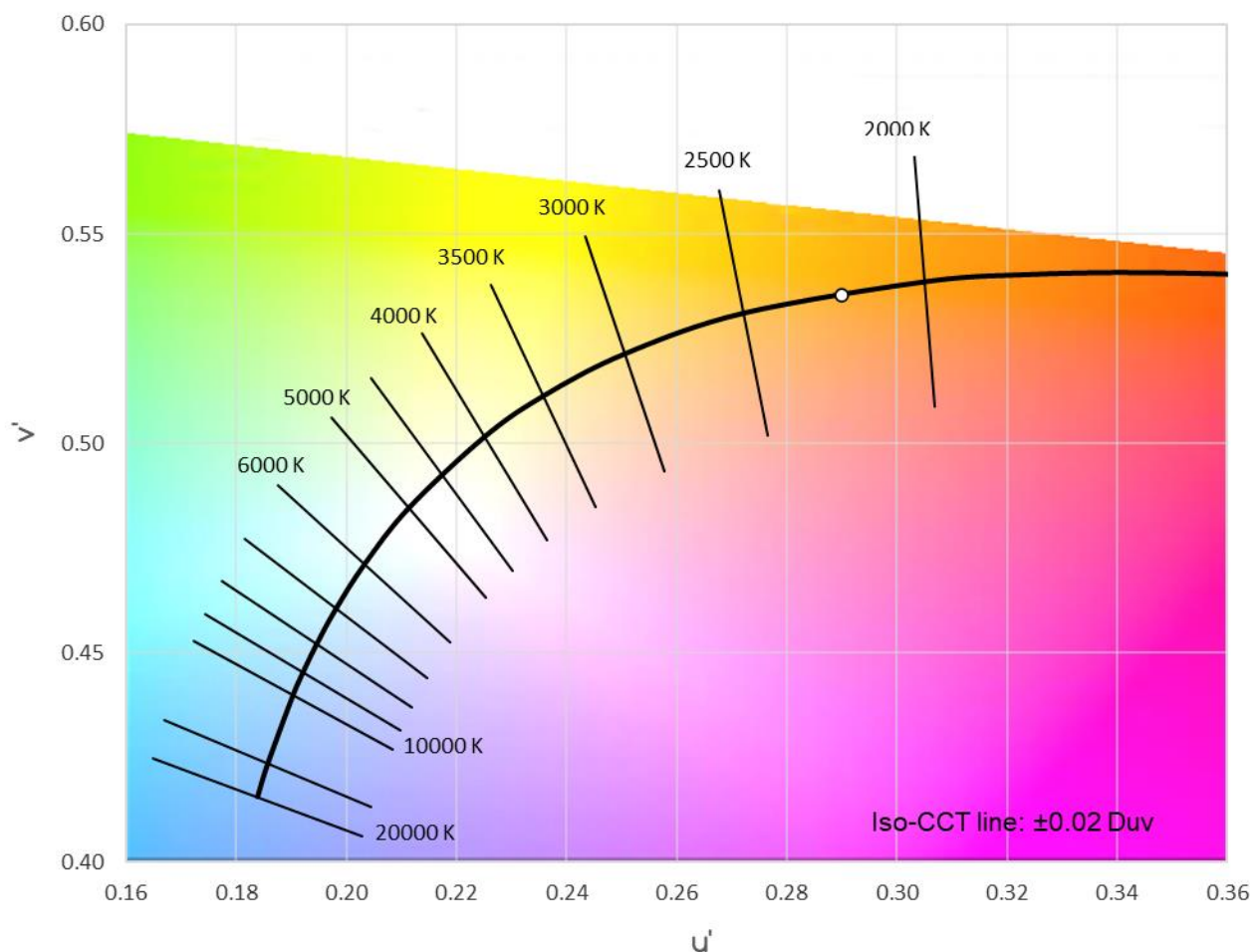
COORDENADAS CROMÁTICAS		INCERTIDUMBRE EXPANDIDA <sup>i</sup>	
x	y	U (x)	U (y)
0.5048	0.4142	0.0077	0.0064

TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO ( $D_{uv}$ ) E INCERTIDUMBRES EXPANDIDAS <sup>1</sup>

TEMPERATURA DE COLOR (K)	
T (K)	U (K)
2202	35

DISTANCIA AL CUERPO NEGRO ( $D_{uv}$ )	
$D_{uv}$	U
-0.00032	0.00065

CIE 1976  $u'$ - $v'$  diagram



## ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR E INCERTIDUMBRES EXPANDIDA <sup>i</sup>

ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR Ra (8)	
Ra (8)	U
71.1	1.3

### UNIFORMIDAD ANGULAR DE COLOR ( $\Delta u'v'$ )

La no uniformidad espacial de color ( $\Delta u'v'$ ), ha sido determinada como la máxima desviación en los diferentes puntos medidos respecto al valor global (integrado).

$\Delta u'v'$	Incertidumbre expandida <sup>i</sup>
0.0031	0.0075

Valores promedio obtenidos para cada dirección angular medida.

Gamma (°)	x	y	u'	v'	Tcc (K)	Ra
0	0.4996	0.4099	0.2888	0.5331	2224	71.5
10	0.5000	0.4103	0.2889	0.5334	2222	71.4
20	0.5008	0.4110	0.2891	0.5337	2219	71.4
30	0.5025	0.4124	0.2895	0.5345	2212	71.3
40	0.5040	0.4135	0.2899	0.5352	2204	71.1
50	0.5063	0.4154	0.2905	0.5362	2195	71.0
60	0.5082	0.4171	0.2909	0.5371	2188	70.8
70	0.5094	0.4180	0.2912	0.5376	2183	70.7
80	0.5108	0.4188	0.2918	0.5381	2174	70.6

#### 4. EVALUACIÓN DIRECTIVAS DE PROTECCIÓN DEL CIELO (#)

##### 4.1.- EVALUACIÓN LUMINARIA SEGÚN DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA NÚM. 6944, DECRETO 190/2015 (27.8.2015)

Partiendo de la distribución espectral de irradiancia medida en el laboratorio, se realiza el cálculo para determinar los porcentajes de irradiancia en los intervalos definidos por el Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya nº 6944 Decreto 190/2015 (27.8.2015).

Porcentaje de la irradiancia por debajo de los 500 nm y los 440 nm.

Rango espectral (nm)	% con respecto a la irradiancia total comprendida entre [300 – 780] nm	U (%) <sup>i</sup>
Irradiancia [300-440]	1.2497	0.0064
Irradiancia [300-500]	6.448	0.013

Longitud de onda dominante

<b>Longitud de onda dominante</b>	(587.36± 0.50) nm
-----------------------------------	-------------------

El producto cumple con los requisitos marcados en el Decreto 190/2015 para **zonas E2, E3 y E4** para los tipos de lámpara II y III.

Tipo de lámparas:

**Tipo II:** Lámparas que tengan menos del 5% de radiancia por debajo de los 440 nm, dentro del rango de longitudes de onda comprendido entre 280 y 780. En el caso del LED, han de tener menos del 15% por debajo de los 500 nm.

**Tipo III:** Lámparas que tengan menos del 15% de radiancia por debajo de los 440 nm, dentro del rango de longitudes de onda comprendido entre 280 y 780 nm.

Las lámparas a utilizar, en función del horario de uso y de la zona de protección frente a la contaminación lumínica en que están ubicadas, son las siguientes:

Zona de protección	Horario vespertino	Horario de noche
E1	Tipo I	Tipo I
E2	Tipo III	Tipo II
E3 y E4	Tipo III	Tipo III

## 4.2. CÁLCULO Y EVALUACIÓN DEL ÍNDICE ESPECTRAL G

El Decreto 37/2025, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección frente a la contaminación lumínica en Andalucía, establece los valores del índice espectral G en función de la zona lumínica.

Partiendo de los resultados de la distribución espectral, se realiza el cálculo del índice espectral G, tal y como se indica a continuación:

$$G = -2.5 \log_{10} \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{500 \text{ nm}} E(\lambda)}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} E(\lambda)V(\lambda)}$$

El Decreto 37/2025 (Anexo I: Criterios ambientales en el diseño y uso de las instalaciones de alumbrado exterior) establece el valor del índice espectral G de las fuentes de luz en función de la zona lumínica en la que se encuentre.

Zona lumínica	Índice espectral G
E1	≥ 2,00
E2	≥ 2,00
E3	≥ 1,50
E4	≥ 1,50

Índice espectral G	Incertidumbre expandida <sup>i</sup>
2.1853	0.0022

El valor de G obtenido cumple con los requerimientos marcados para las **zonas E1, E2, E3 y E4**.

### 4.3. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS IAC - OTPC - LEDES BLANCOS CÁLIDOS “LED BLANCO CÁLIDO IAC” (#)

La Oficina técnica de protección del cielo de Canarias (OTPC) establece los requisitos para los productos de iluminación a instalar en el territorio.

Requisitos establecidos en el documento: “Certificación de lámparas. Revisión julio 2020”:

**LEDES BLANCOS CÁLIDOS: “LED BLANCO CÁLIDO IAC”** deben cumplir las siguientes especificaciones: la suma de las irradiancias 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 irradiancia 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 irradiancia 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 irradiancia en  $595 \pm 10$ nm. Los actuales ledes blancos cálidos con temperatura inferior a 2.700°K y reducida emisión azul, <0,36 la relación entre irradiancias máximas azul/ámbar, podrían cumplir este criterio.

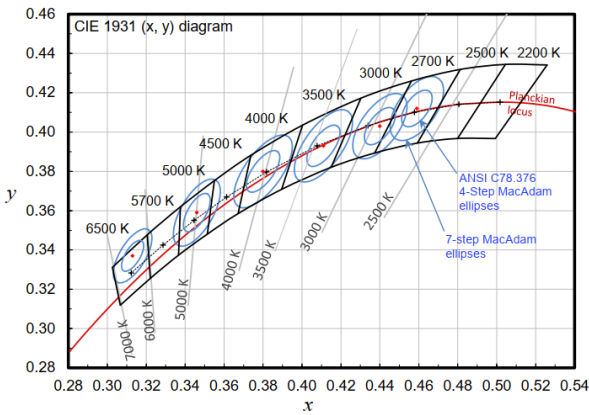
#### 4.3.1. CUMPLIMIENTO REQUISITOS OTPC (IAC) – LED BLANCO CÁLIDO IAC

Se muestra continuación una tabla con los resultados de analizar el espectro de emisión de la muestra en dos direcciones de medida: el módulo **cumple con los requisitos establecidos en el documento del IAC para “LED ÁMBAR BLANCO CÁLIDO IAC”**

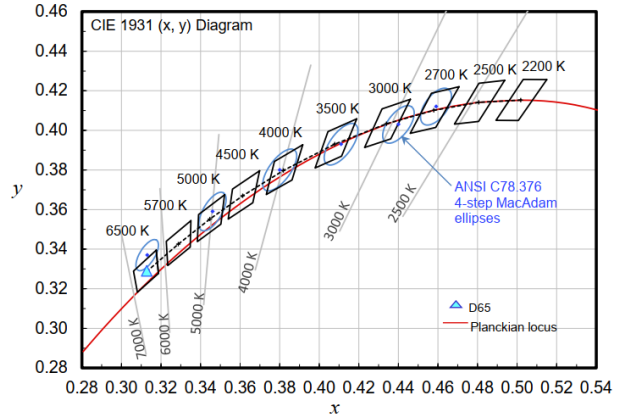
	Gamma 0°	Gamma 50°	BLANCO CÁLIDO
$\sum [E(\lambda)[380-500]] / \sum [E(\lambda) \times V(\lambda)[380-780]$	0.149	0.129	< 0.25
$\lambda$ max	604 nm	605 nm	[585 - 605] nm
$E_{max} [380-500 \text{ nm}] / \sum [E(\lambda) \times V(\lambda)[380-780] \times 100$	0.411	0.342	<= 0.6
Relación azul/ámbar	0.235	0.195	< 0.36

**5. ESPECIFICACIONES DE CROMATICIDAD SEGÚN ANSI C78.377-2017 (R2022) (#)**

La norma ANSI C78.377-2017 (R2022) define una serie de zonas dentro del diagrama de la CIE (cuadrángulos centrados en determinadas coordenadas cromáticas) que representan zonas de n-pasos de elipse de MacAdam, en concreto 4 pasos y 7 pasos.

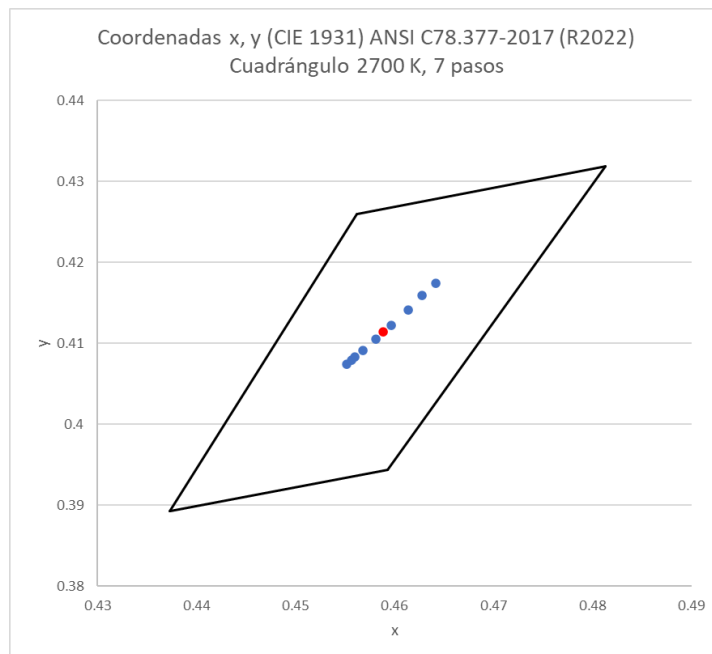


**Figure A.1**  
Graphical Representation of the Chromaticity Specification of Table 1 on the CIE (x, y) Chromaticity Diagram



**Figure B.1**  
Graphical Representation of the Chromaticity Specification of 4-Step Quadrangle Tolerance on the CIE (x, y) Chromaticity Diagram

Los valores de las coordenadas cromáticas medidos en las diferentes direcciones, así como el valor global calculado, quedan inscritos en el cuadrángulo de 7 pasos de elipse definido por la norma para los LEDs de 2200 K.



Los puntos azules representan los diferentes valores angulares y el rojo el valor global.

El cálculo de los pasos en círculos (n) de las diferentes direcciones medidas, con respecto al valor global, es en todos los casos inferior a 4, es decir, los valores angulares quedan dentro de una elipse de 4 pasos centrada en el valor global.

Gamma (°)	u'	v'	n
0	0.2888	0.5331	2.5
10	0.2889	0.5334	2.3
20	0.2891	0.5337	1.9
30	0.2895	0.5345	1.1
40	0.2899	0.5352	0.4
50	0.2905	0.5362	0.7
60	0.2909	0.5371	1.6
70	0.2912	0.5376	2.2
80	0.2918	0.5381	2.8
Valor global	0.2901	0.5355	-

---

<sup>i</sup> Todas las incertidumbres expandidas que aparecen en este informe han sido calculadas siendo  $k = 2$  (factor de cobertura, que para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %).